

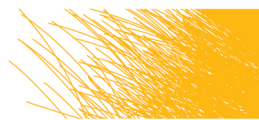
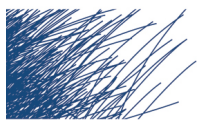
Academiejaar 2015-2016

Invloed van osteoporose op de functionele resultaten van distale radiusfracturen

Egmont Mechelaere

Promotor: Prof. Dr. Nadine Hollevoet
Co-promotor: Dr. Alexander Vantongel

Masterproef voorgedragen in de 2^{de} Master in het kader van de opleiding tot
MASTER OF MEDICINE IN DE GENEESKUNDE



Academiejaar 2015-2016

Invloed van osteoporose op de functionele resultaten van distale radiusfracturen

Egmont Mechelaere

Promotor: Prof. Dr. Nadine Hollevoet
Co-promotor: Dr. Alexander Vantongel

Masterproef voorgedragen in de 2^{de} Master in het kader van de opleiding tot
MASTER OF MEDICINE IN DE GENEESKUNDE

Voorwoord

Bij deze wil ik iedereen danken, die mij geholpen heeft bij het realiseren van deze scriptie.

In de eerste plaats dank ik mijn promotor, professor Hollevoet, voor de begeleiding, het advies en de hulp die ik kreeg gedurende de twee jaar waarin aan deze masterproef gewerkt werd. Zij trok een rode draad doorheen dit project.

Tevens wil ik mijn ouders danken voor alle steun die ik kreeg, zowel tijdens het maken van deze masterproef, maar vooral gedurende mijn studentenperiode. Ook wil ik mijn vader specifiek danken voor het nalezen van dit werk en om de spellingscontrole op zich te nemen.

Egmont Mechelaere

Afkortingen

AGE	Advanced Glycation End products
BMD	Bone Mineral Density
CaSR	Calcium-Sensing Receptor
CCI	Charlson Comorbidity Index
DALY	Disability Adjusted Life Years
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
DR	Distale Radius
DRF	Distale Radius Fractuur
DXA/DEXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry
GoR	Grade of Recommendation
hrCT	high resolution Computed Tomography
hr-pQCT	high resolution peripheral Quantitative Computed Tomography
hrMRI	high resolution Magnetic Resonance Imaging
M-CSF	Macrophage Colony-Stimulating Factor
μMR	micro Magnetic Resonance (Imaging)
μCT	micro Computed Tomography
NCP	NonCollagenous Proteins
ORIF	Open Reduction with Internal Fixation
pDXA	peripheral Dual Energy X-ray Absorptiometry
pQCT	peripheral Quantitative Computed Tomography
PRWE	Patient Rated Wrist Evaluation
PT	Palmaire Tilt (in de literatuur ook als Volar Tilt of VT beschreven)
PTH	ParaTHormoon
QALY	Quality-Adjusted Life Year
QCT	Quantitative Computed Tomography
QUS	Quantitative UltraSonography
RANKL	Receptor Activator of NF- κB Ligand
RI	Radiale Inclinatie
RoM	Range of Motion
SD	Standard Deviation
SF-36	ShortForm-36
UV	Ulnaire Variantie
vQCT	volumetric Quantitative Computed Tomography
WHO	World Health Organization

Inhoudstafel

1	SAMENVATTING	1
2	INLEIDING	2
2.1	RELEVANTIE	2
2.1.1	PREVALENTIE- EN INCIDENTIECIJFERS	2
2.1.2	INVLOED OP DE MAATSCHAPPIJ	3
2.2	DOEL	4
2.3	ALGEMENE INFO	5
2.3.1	OSTEOPOROSE	5
2.3.1.1	Definitie.....	5
2.3.1.2	Osteoporotische fracturen.....	5
2.3.1.3	Eigenschappen osteoporotisch bot	6
2.3.1.4	Pathogenese	8
2.3.1.5	Overzicht anti-osteoporotische farmaca	10
2.3.2	BEPALING VAN DE BOTKWALITEIT	10
2.3.2.1	DXA	11
2.3.2.2	Quantitative computed tomography	12
2.3.2.3	High resolution computed tomography	12
2.3.2.4	µCT en µMRI	13
2.3.2.5	Quantitative ultrasonography	13
2.3.3	BEELDVORMINGSTECHNIKEN TER DIAGNOSE VAN FRACTUREN	14
2.3.4	CLASSIFICATIE VAN DISTALE RADIUS FRACTUREN	14
2.3.5	FRACTUURGENEZING.....	16
2.3.6	BEHANDELING VAN DISTALE RADIUS FRACTUREN	17
2.3.6.1	Gesloten reductie en gesloten fixatietechnieken	18
2.3.6.1.1	Gesloten reductie.....	18
2.3.6.1.2	Percutane pinning.....	18
2.3.6.1.3	Externe fixatie	19
2.3.6.2	Open reductie met interne fixatie (ORIF)	19
2.3.6.2.1	Plaatosteosynthese met hoekstabiele schroeven.....	19
2.3.7	EVALUATIE VAN REVALIDATIE EN BEHANDELING	21
2.3.7.1	Klinische evaluatie door de behandelende arts	22
2.3.7.2	Radiografisch.....	23
2.3.7.3	Subjectieve evaluatie d.m.v. patiënt-gescorede vragenlijsten.....	25
3	METHODOLOGIE	28
4	RESULTATEN	28
4.1	LITERATUUR	28
4.2	BESPREKING PATIËNTEN EN METHODIEK	31
4.3	FUNCTIONELE RESULTATEN:	34
5	DISCUSSIE	38
5.1	BEPERKINGEN	38
5.2	BEVINDINGEN	41
5.2.1	ALGEMEEN.....	41
5.2.2	BEHANDELINGSWIJZEN	43
6	REFERENTIELIJST	45
7	BIJLAGEN	I

1 Samenvatting

Inleiding: Honderden miljoenen mensen wereldwijd lijden aan osteoporose. Hiervan ondergaan 40% een fractuur gedurende hun levensperiode. Er wordt geschat dat 10 tot 12% van alle breuken distale radius fracturen (DRF's) zijn. Het doel van deze masterproef is om de invloed van osteoporose op de functionele resultaten van een DRF te onderzoeken a.d.h.v. een *systematic review*. Ondanks de klinische relevantie van osteoporose gerelateerde fracturen, zijn er weinig studies die de effecten van osteoporose op mobiliteit, kracht, pijn en functie na een DRF onderzochten.

Methodologie: Er werd via PubMed in de MEDLINE database gezocht naar studies die de correlatie tussen de bone mineral density (BMD) en functionele resultaten na een DRF onderzochten. Dit in de periode tussen 01/01/2003 en 29/02/2016. Enkel Frans-, Nederlands-, Duits- en Engelstalige bronnen werden aanvaard. Na selectie op titel, abstract en inhoud werden 6 publicaties overgehouden.

Resultaten: Bij drie van de zes studies werd een statistisch significante correlatie tussen de BMD en de functionele resultaten gevonden. Hiervan werden bij twee van deze studies gebruik gemaakt van vragenlijsten (DASH en modified MAYO). Bij één van deze drie studies werden functionele fysieke variabelen gebruikt (grijpkracht, flexie-extensie range en pijn). De overige drie studies konden geen significante correlatie tussen BMD en verschillende functionele parameters aantonen.

Conclusie: Er kan geen definitief besluit getrokken worden over de invloed van osteoporose op het functionele resultaat na distale radiusfracturen. Er is een gebrek aan congruentie tussen de resultaten van de verschillende studies. Er is meer onderzoek noodzakelijk.

2 Inleiding

2.1 Relevantie

2.1.1 Prevalentie- en incidentiecijfers

Osteoporose is een ziekte die gekenmerkt wordt door botzwakte. Het kan beschouwd worden als een groot probleem voor de publieke gezondheid. Honderden miljoenen mensen wereldwijd lijden aan deze ziekte en in hoofdzaak zijn dit postmenopauzale vrouwen. (1) De prevalentie van osteoporose stijgt dramatisch met de leeftijd, van 5% op 50 jarige leeftijd tot 50% op 85 jarige leeftijd. (2) Ongeveer 40% van de blanke postmenopauzale vrouwen lijden aan osteoporose. Wegens het verouderen van de populatie wordt verwacht dat dit percentage zal blijven stijgen. (3) Ook mannen ouder dan 50 jaar lijden aan osteoporose en 20% ondergaan een osteoporose gerelateerde breuk gedurende hun leven. (4) Indien men de World Health Organization (WHO) criteria gebruikt (cf. infra) hebben respectievelijk ongeveer 6% en 21% van de mannen en vrouwen van 50 tot 84 jaar oud osteoporose. De prevalentie van osteoporose bij vrouwen ouder dan 50 jaar is 3 tot 4 maal groter dan bij mannen. (1)

Het voornaamste klinisch gevolg van osteoporose zijn fracturen. (1) Verschillende studies stellen dat osteoporose een belangrijke risicofactor is voor het optreden van fracturen. (5) Patiënten die aan osteoporose lijden, hebben 40% kans om gedurende hun leven een fractuur te ondergaan. De meest frequent aangedane locaties zijn de wervels, de heup en de distale radius. Ook de humerus en de ribben zijn hierbij vaak betrokken. (3) 50-jarigen hebben een kans van 22% en 46%, voor mannen en vrouwen respectievelijk, om een dergelijke osteoporotische fractuur te ondergaan tijdens hun verdere leven. (1) Er wordt geschat dat elk jaar 100 tot 200 miljoen mensen wereldwijd risico lopen op een osteoporose gerelateerde breuk.(6)

Distale radiusfracturen komen vaak voor. Ongeveer 10-12% van alle breuken zijn DRF's. (7) Ze zijn het meest voorkomende type breuk bij volwassenen van 40 jaar en ouder. (5) Vrouwen tussen 60 en 94 jaar hebben een 6 maal grotere kans op een distale radiusfractuur, dan mannen van dezelfde leeftijdscategorie. (8) Cummings SR et al. stellen dat ongeveer 10% van de blanke vrouwen ouder dan 65 jaar een DRF zullen ondergaan in hun verdere leven. (9)

De incidentie van osteoporose gerelateerde DRF's en osteoporose gerelateerde breuken in het algemeen is wereldwijd aan het stijgen. De oorzaak hiervan is deels te verklaren door de verouderende populatie. (1, 10) Ook kinderobesitas en gewijzigde levensstijl worden als mogelijke oorzaak aanzien. (11)

DRF's worden vaak gezien bij de actieve oudere. Het meest voorkomende mechanisme van de breuk is een val die opgevangen wordt met een dorsaal uitgestrekte hand. (12)

Dit type breuk heeft vaak een grote impact op het leven van de oudere. Het uitvoeren van dagdagelijkse handelingen zoals huiselijke taken, trappen klimmen en gaan winkelen, kunnen verstoord worden. Een voorarmbreuk is een vroege en sensitieve merker van skeletzwakte. Chen et al. toonden aan dat patiënten die een DRF ondergingen een sterk verhoogd risico lopen op een opeenvolgende heupbreuk. Ook leeftijd en osteoporose zijn een significante en onafhankelijke risicofactor voor het oplopen van een opeenvolgende heupbreuk na een DRF. (5)

2.1.2 Invloed op de maatschappij

Osteoporose is een relevante ziekte in klinisch en epidemiologisch aspect wegens de hieraan gelinkte fracturen. Osteoporotische breuken zijn een van de meest voorkomende oorzaken van invaliditeit en hebben een grote impact op het budget van de gezondheidszorg in vele landen. (2)

Het is wereldwijd de oorzaak van meer dan 8,9 miljoen fracturen per jaar. Meer dan een derde van deze breuken komen voor in Europa. Deze osteoporose gerelateerde breuken in Europa zijn verantwoordelijk voor 2 miljoen *disability adjusted life years* (DALY's) per jaar. Dit is meer dan hypertensieve hartziekten of reumatoïde artritis. Er wordt geschat dat dergelijke breuken ongeveer 1% van de DALY's, veroorzaakt door niet overdraagbare ziekten uitmaken. Ze zijn verantwoordelijk voor een hoger sterftecijfer en een hogere morbiditeit dan gelijk welk type kanker. Met longkanker als enige uitzondering hierop. (1)

De totale directe kostenlast van osteoporose in de Europese Unie voor het jaar 2010 wordt geschat op € 37 miljard. Hiervan ging 66% naar de behandeling van fracturen, 29% naar fractuurverzorging op lange termijn en 5% naar farmacologische preventie.

Indien men de kost van farmacologische preventie buiten beschouwing laat, ging 54% van deze kost naar de behandeling van heupfracturen. De kost van vertebrale en voorarmbreuken bedroeg 5% en 1% respectievelijk. (1)

In 2010 gingen in Europa 1 180 000 *quality-adjusted life years* (QALY's) verloren aan osteoporose gerelateerde breuken. Indien men een QALY gelijkstelt aan 2 maal het bruto binnenlands product per capita komt men tot een verlies van € 60,4 miljard. Er wordt verwacht dat de hoeveelheid verloren QALY's veroorzaakt door dergelijke breuken met 20% zal stijgen tussen 2010 en 2025. (1)

Wegens de vergrijzing en doordat ouderen langer actief blijven, zal de medische en socio-economische impact van osteoporose en de hieraan gerelateerde fracturen blijven stijgen. Ook de kosten specifiek gelinkt aan osteoporotische DRF's zullen stijgen. Er wordt verwacht dat de incidentie van dit type fractuur met 50% gestegen zal zijn in 2030. (2, 13, 14) Dit wordt mede veroorzaakt door het stijgend gebruik van interne fixatie met nieuwere plaattechnologie, die driemaal zo duur is. (11, 13) De WHO stelt dat DRF's wereldwijd tot de tien meest kostelijke ziekten behoren. (9)

2.2 Doel

Er is reeds zeer veel onderzoek verricht naar de invloed van osteoporose op botsterkte en –metabolisme. Vreemd genoeg zijn er weinig studies die de effecten van osteoporose op de genezing van fracturen beschrijven. Dit ondanks de klinische relevantie van osteoporose gerelateerde fracturen. (6)

Het doel van deze masterproef, is een literatuurstudie in de vorm van een *systematic review*, omtrent het effect van osteoporose op de genezing van distale radiusfracturen. Hierbij wordt er vooral gefocust op het chirurgisch, niet zozeer op het farmacologisch aspect. Hierbij zullen verschillende chirurgische behandelingswijzen uitgelicht worden. Er zal onderzocht worden welke behandelingswijzen het meest aangewezen zijn bij osteoporotische DRF's.

Hoewel er gefocust zal worden op verschillende genezingsaspecten, zullen voornamelijk de effecten van osteoporose op het functioneel eindresultaat van de genezing beoordeeld en vergeleken worden. Dit in relatie met de specifieke chirurgische behandelingswijzen en aan de hand van specifieke beoordelingscriteria.

Er wordt vertrokken van het artikel '*Outcome of distal radius fractures in relation to bone mineral density*' van prof. N. Hollevoet. Dit werd gepubliceerd in 2003. Als

gevolg hiervan werd gechoord, om enkel bronnen die hierna uitgegeven zijn, te gebruiken. Prof. Hollevoet was de eerste die dit onderwerp onderzocht en het doel is om te onderzoeken welke besluiten er uit gelijkaardig, meer recent, onderzoek te vinden is.

2.3 Algemene info

2.3.1 Osteoporose

2.3.1.1 Definitie

Osteoporose kenmerkt zich door een systemische afname van botmassa, -kracht en microarchitectuur. (3) De WHO definieert osteoporose als een BMD van minder dan 2,5 standaard deviaties onder de gemiddelde waarde voor jongvolwassenen. Dit komt overeen met een T-score van $< -2,5$. (15) Men spreekt van osteopenie, het voorstadium van osteoporose, indien de T-score zich tussen -1 en -2,5 bevindt. (16) Bij deze botveranderingen verhoogt de neiging tot fragiliteitsfracturen. (3)

2.3.1.2 Osteoporotische fracturen

Het voornaamste klinisch gevolg van osteoporose zijn fracturen. (1) Osteoporose zelf heeft een sluipend verloop en komt meestal asymptomatisch voor. Wegens deze silentieuze evolutie, wordt osteoporose meestal pas gediagnostiseerd na het voorkomen van een fragiliteitsfractuur. (3) Men kan een fragiliteitsfractuur definiëren als een fractuur die spontaan, of als gevolg van een minimaal trauma optreedt. Meestal is dit het gevolg van een val van niet hoger dan staande hoogte. Hoewel fracturen het voornaamste klinisch gevolg zijn van osteoporose, komen de meeste fragiliteitsfracturen voor bij personen die niet aan osteoporose lijden. (1, 17)

Fragiliteitsfracturen zijn voornamelijk meta-epifyseale fracturen, vaak gelokaliseerd op skeletlocaties die speciale biomechanische karakteristieken hebben. De breuken zijn vaak complex en gefragmenteerd. Dit kan bijdragen tot een trage botgenezing en een verhoogde comorbiditeit. (2)

De grootste risicofactor voor het oplopen van een fragiliteitsfractuur is een lage botmassa. (15, 18) Dit is de reden waarom de WHO de definitie van osteoporose op de meting van BMD gebaseerd heeft. Voor het opmeten wordt gebruik gemaakt van een *dual energy X-ray absorptiometry* (DXA) (cf. infra). (15) Veel patiënten met een lage botmassa ondergaan echter geen ernstige fracturen. Het is dus belangrijk om het

organisch gedeelte van het bot in acht te nemen, om de complexe veranderingen op macro-, micro- en nanoschaal te begrijpen. (18)

Bot breekt wanneer uitwendige krachten een interne belasting veroorzaken die groter is dan de intrinsieke weerstand van het weefsel. De mechanische eigenschappen van het bot zijn afhankelijk van de morfologie en van de intrinsieke propriëteiten van het botmateriaal. (15) Deze mechanische eigenschappen worden beïnvloed door de botcompositie (proportie mineralen, collageen, water en matrixproteïnen) en de fysieke kenmerken van dit weefsel. Het type collageen, de hoek van de onderlinge *cross-linking*, de grootte en structuur van de hydroxapaptietkristallen en de graad van mineralisatie, zijn voorbeelden van deze fysieke kenmerken. Ook de morfologie en de microarchitectuur, de hoeveelheid en type van reeds aanwezige trabekelschade op microscopisch niveau, dragen bij tot de fysieke kenmerken. (15)

Deze gewijzigde structurele en mechanische eigenschappen, kenmerkend voor osteoporose, leiden tot een verzwakking van de botsterkte en een verhoogde fractuurincidentie. (2) Ze worden hieronder besproken.

2.3.1.3 Eigenschappen osteoporotisch bot

Osteoporotisch bot wordt gekenmerkt door een verminderde densiteit van het bot en verschillende veranderingen in de compositie en structuur van het aangetaste botweefsel. (6) Verscheidene veranderingen van de mechanische en structurele eigenschappen van het bot zijn verantwoordelijk voor de gewijzigde beenzwakte bij osteoporose. (2) Botdensiteit is de grootste factor gelinkt aan de biomechanische functie van osteoporotisch bot. Zowel het compact als het spongieus bot verliezen aan densiteit. Het spongieuze bot, dat metabool het meest actief is, wordt echter meer aangetast. (6) Het is dan ook voornamelijk de achteruitgang van dit spongieus bot die verantwoordelijk is voor het verlies aan botsterkte in postmenopauzale vrouwen. (19) De combinatie van voorgenoemde veranderingen leidt tot een zwakker botweefsel dat ook de implantaatfixatie bij het chirurgisch herstellen van een breuk bemoeilijkt. De lange beenderen vangen de verminderde dikte en verhoogde porositeit deels op door een verhoogde diameter. Ook dit beïnvloedt de fixatie van implantaten, postoperatieve complicaties en de genezingsstijd op een negatieve manier. (6)

De vermindering van de botkwaliteit, die tot een fragieler botweefsel leidt, kan niet enkel toegeschreven worden aan één enkel botcomponent. Het is een samenspel van veranderingen in het minerale, het collagene en het *noncollagenous protein* (NCP) gedeelte. (18)

Over het algemeen kan men stellen dat de mineralisatiegraad van het weefsel verminderd is. De grootte van de hydroxyapaptietkristallen is verhoogd, de hoeveelheid carbonaat is verhoogd en de hoeveelheid zuur fosfaat is verminderd. (6)

Mechanisch vertalen deze wijzigingen zich in een verlaagde rigiditeit, weerstand tot deformatie en energieabsorptie. Ook vermoeidheidsweerstand draagt hiertoe bij. Gedurende het leven van de patiënt leidt herhaalde mechanische belasting tot microscopische beschadigingen van de trabeculae. Tevens wordt het reeds gedemineraliseerde en poreuze bot van de oudere blootgesteld aan een hogere osteoclasten activiteit. (2, 6, 19)

Majumdar et al. hebben met behulp van *high resolution magnetic resonance imaging* (hrMRI) (cf. infra) aangetoond dat het trabeculair bot in kwaliteit vermindert naarmate men ouder wordt. Corticale bone mineral content (BMC) en trabeculaire BMD verminderen, evenals de trabeculaire bot-volume fractie, trabeculaire dikte, aantal trabeculae en trabeculaire complexiteit. De trabeculae zijn dunner, lager in aantal en verder van elkaar verwijderd. (20) Een verhoogde anisotropie van de trabeculae treedt eveneens op. Dit door een herschikking van de richting van de trabeculae. Hierdoor vermindert de hoek waarin het bot belastingen op een effectieve wijze kan weerstaan en verhoogt de kans op een fractuur. (2, 6)

Naast de veranderingen in het minerale en het collagene gedeelte zijn ook veranderingen van noncollagenous proteïns betrokken bij osteoporose. De bijdrage van noncollageneuze onderdelen van de extracellulaire matrix tot de botsterkte zijn nog niet volledig opgeklaard. Ongeveer 10% van de organische matrix bestaat uit NCP's. De functies van NPC's zijn uiteenlopend. Ze beïnvloeden de nucleatie van kristalvorming, de groei, de vorm en oriëntatie van botkristallen. Het is ook mogelijk dat ze als lijm tussen de collageenfilamenten fungeren. Osteopontine, osteocalcine, osteonectine en fibrillines zijn de belangrijkste types NPC's. (18)

2.3.1.4 Pathogenese

Verschillende hormonen beïnvloeden het patroon van botremodelling. Onder andere oestrogenen, androgenen, calcitonine, parathyreoïd hormoon, glucocorticoïden en thyroxine beïnvloeden dit proces op endocriene wijze. Oestrogeen speelt een centrale rol in die zin dat het botresorptie afremt. Ook het dieet speelt een rol. Er is een daling in calcium absorptie naarmate men ouder wordt. Dit is wellicht gerelateerd aan een oestrogeen en vitamine D depletie. (21) Bij de menopauze is er een verlies aan antiresorptie door een verminderde oestrogeenspiegel de eerste 5 jaar na de menopauze. De BMD daalt ongeveer met 2,5% per jaar in deze periode. (19, 21)

Ouderdom gaat vaak gepaard met een progressieve vermindering van lichaamsbeweging. Deze verminderde fysieke activiteit met als gevolg een verminderde belasting van het bot kan leiden tot een verminderde botmassa. Er is immers een zeer sterke relatie tussen botmassa en massa-dragende belasting. Zo is gewichtloosheid in de ruimte de oorzaak van een snel progressieve botatrofie bij astronauten. Aangezien de hormoonspiegels in dit geval niet wijzigen, kan men stellen dat gebrek aan belasting een onafhankelijke risicofactor is tot het bekomen van een verlaagde botmassa. (6, 21)

Biochemische, nonenzymatische veranderingen van collageen en NCP's verhogen bij het verouderen en bij diverse botziekten. Leeftijd gerelateerde veranderingen in abnormale botremodelling zijn voornamelijk geassocieerd met de verminderende kwaliteit van collageen door ongewenste versuikering. Dit proces resulteert in chemische modificatie van proteïnen door koolhydraten. *Advanced glycation end products* (AGE's) correleren met de hardheid van de organische botmatrix. Het is echter onduidelijk hoe deze verhoogde hardheid de botsterkte beïnvloedt. Het is mogelijk dat de verhoogde stijfheid de *microcracking* (structurele beschadiging van de trabeculae op microscopisch niveau) en collageen deformatie kan verminderen. Hierdoor kunnen wijzigingen in de matrix, als gevolg van AGE's, de botsterkte verminderen. Omdat AGE's cumuleren met ouderdom, kunnen non-enzymatisch versuikering geïnduceerde veranderingen mogelijk de leeftijd gerelateerde degeneratie van bot deels verklaren. (18)

De laatste tien jaar is de pathogenese van osteoporose gelinkt aan processen op weefsel, cellulair en moleculair niveau. Op cellulair niveau wordt de homeostase van het bot geregeld door de interactie tussen osteocyten, osteoclasten en osteoblasten. (3) **Osteoclasten** zijn afkomstig van hemapoëtische stamcellen en hebben veel gelijkenissen met monocyten en macrofagen. Osteoclasten hebben een mobiel cytoskelet en bezitten adhesiemoleculen (zoals integrines) op hun oppervlak. Op deze wijze kunnen ze zich vasthechten aan bot en creëren ze een afgesloten zone op het botoppervlak. Hier ontstaat een sterk verzuurd micromilieu dat tot botresorptie van botmateriaal leidt. De differentiatie tot geactiveerde meerkernige osteoclasten is zeer sterk afhankelijk van de aanwezigheid van *receptor activator of NF- κ B ligand* (RANKL) en *macrophage colony-stimulating factor* (M-CSF). In het beginstadium van osteoporose, de acute fase van oestrogeendeficiëntie, zijn er hoge RANKL niveaus aanwezig. Dit zorgt voor een upregulatie van botresorptie en zorgt voor een snel optredend botverlies.

Osteoblasten zijn afkomstig van mesenchymale stamcellen. Ze produceren een extracellulaire matrix die collageen type I en verschillende NCP's bevat. Deze matrix mineraliseert onder invloed van vitamine D, calcium en fosfaat. Hypocalciëmie stimuleert de *calcium-sensing receptor* (CaSR) in de bijnieren, dit leidt tot een hogere secretie van parathyreoïdhormoon (PTH). Hypercalciëmie heeft een omgekeerd effect.

Meer dan 90% van de botcellen zijn **osteocyten** (tot het eindstadium gedifferentieerde osteoblasten). Ze hebben morfologische gelijkenissen met neurale cellen, in die zin dat ze lange dendritische uitstulpingen hebben die een sensorisch netwerk vormen. Deze zijn gevoelig voor mechanische stress en kunnen communiceren met omliggende cellen. Ze spelen een rol in de fosfaatregulatie en in de regulatie van botformatie. (3)

De biologische activiteit van osteoblasten en andere mesenchymale cellen worden negatief beïnvloed door de leeftijd. De verminderde werkzaamheid van osteoblasten zijn gerelateerd aan een reductie van osteoprogenitor cellen, aan een reductie in aantal en activiteit van osteoblasten en aan een vermindering van fysieke stimuli zoals mechanische belasting. (2)

2.3.1.5 Overzicht anti-osteoporotische farmaca

De klassieke farmacologische osteoporosetherapie kan opgedeeld worden in twee klassen: anti-resorberende en anabolische farmaca (die botformatie stimuleren). Bisfosfonaten, raloxifen, strontiumranelaat en denosumab behoren tot de anti-resorberende klasse. De anabolische farmaca bestaan uit PTH en teriparatide, een N-terminaal fragment van PTH. Momenteel worden verschillende farmaca ontwikkeld die ingrijpen op het moleculaire niveau van de specifieke signaalpaden van osteoclasten en osteoblastformatie. (3)

2.3.2 Bepaling van de botkwaliteit

Men kan de botkwaliteit beschrijven als de eigenschap van het bot om een breuk tegen te gaan. (15) Naast BMD, dat slechts deels de botkwaliteit verklaart, zijn er andere abnormaliteiten in het skelet die bijdragen aan de botfragiliteit. Een kwantitatieve inschatting van macro en micro structurele eigenschappen kan helpen om de botsterkte beter in te schatten. (15, 19) Voor deze inschatting kan men gebruik maken van diverse beeldvormingstechnieken. Deze dragen bij tot de evaluatie van de botstatus door enerzijds de diagnose en typering van breuken (zie 2.3.3) en anderzijds door de inschatting van de botkwaliteit. (15) De beeldvormingstechnieken om de botkwaliteit in te schatten worden hieronder besproken.

Voor het kwantitatief bepalen van de macrostructuur kan men gebruik maken van DXA en *computed tomography* (CT), meer bepaald *volumetric quantitative computed tomography* (vQCT). Voor het bepalen van de microstructuur van trabeculair bot zijn *high resolution computed tomography* (hrCT), *micro computed tomography* (μ CT), *high resolution magnetic resonance imaging* (hrMR) en *micro magnetic resonance imaging* (μ MR) beschikbaar. De vQCT, hrCT en hrMR kunnen in vivo gebruikt worden. μ CT en μ MR worden voornamelijk in vitro gebruikt. (22)

Naast deze beeldvormingstechnieken, die berusten op het gebruik van ioniserende straling, kan ook quantitative ultrasonography aangewend worden. (23)

Gewone Rx-beelden worden niet meer gebruikt ter diagnose van osteoporose. Met deze technologie is de verminderde densiteit immers pas detecteerbaar indien er een botverlies is tussen 20 en 40%. (15)

2.3.2.1 DXA

DXA wordt beschouwd als de huidige standaard voor het bepalen van het fractuurrisico. De BMD kan best gemeten worden in de wervels (L1-L4) en de heup. BMD metingen in de voorarm zijn minder accuraat en gebeuren het best enkel indien vertebrale of heupmetingen onmogelijk zijn. Toch zijn er recent mobiele en goedkope pDXA scanners ontworpen die in staat zijn de BMD in de voorarm te bepalen. (15)

Er zijn verschillende problemen wanneer men alleen maar de BMD gebruikt ter inschatting van de kans op een toekomstige fractuur. Het gebruik van enkel de BMD-waarden heeft een lage sensitiviteit. Het merendeel van de osteoporotische breuken komen voor bij patiënten met een BMD T-score tussen -1 en -2,5. (15, 16) Sanders et al. vonden dat 50% van de fragiliteitsfracturen voorkomen bij patiënten met een normale BMD. (16) Ongeveer 70% van de kracht van het bot kan gelinkt worden aan BMD. De overige 30% is gerelateerd aan andere belangrijke determinanten. (23) BMD bekomen via DXA kan dus helpen om het fractuurrisico in te schatten op populatieniveau, maar op het niveau van de individuele patiënt is deze waarde veel minder bruikbaar. Een verhoogde BMD is immers niet altijd gerelateerd aan een verhoogde kracht van het bot. (24) Een ander probleem met DXA scans is, dat ze niet geschikt zijn voor het monitoren van osteoporosebehandeling, noch voor routinematig preventief scannen. Dit omdat wijzigingen op het niveau van de botmicrostructuur niet op te sporen zijn met behulp van DXA. (25)

Wegens voorgenoemde gebreken van DXA heeft de WHO het FRAX-algoritme uitgevonden. Hiermee is men in staat om het tienjarig risico op het oplopen van een osteoporose gerelateerde fractuur ter hoogte van de heup, voorarm, wervel of schouder in te schatten. Het is een algoritmemodel dat gebruik maakt van patiënt specifieke factoren en te vergelijken is met de Framingham cardiovasculaire risicoscore. (16) Met behulp van FRAX kan men het inschatten van verscheidene klinische risicofactoren op een objectieve manier laten verlopen en combineren met de gegevens van een DXA scan. Dit kan voornamelijk bij jongere patiënten met een verlaagde BMD nuttig zijn om de kans te bepalen of het skelet weldegelijk pathologisch is. (24) FRAX kan dus een nuttige aanvulling op BMD metingen zijn.

Het kan deze metingen echter niet vervangen en kan op zich niet gebruikt worden ter diagnose van osteoporose. (16)

Zolang de recentere methodes voor het bepalen van de botsterkte (cf. infra) niet beschikbaar zijn voor routinematig klinisch onderzoek kunnen BMD en risico inschattingsalgoritmes de evaluatie, diagnose en behandeling van osteoporose verbeteren. (19)

2.3.2.2 *Quantitative computed tomography*

Quantitative computed tomography (QCT) is in staat om de echte BMD te bepalen in een volume (g/cm^3) zonder overlap van andere weefsels. (19) Hierbij worden de Hounsfield Units omgezet naar een volumetrische botdensiteit. (26) Het is mogelijk om een onderscheid te maken tussen trabeculair en corticaal botweefsel. Men dient ermee rekening te houden dat T-scores bekomen met QCT niet vergeleken kunnen worden met deze bekomen met DXA. Dit omdat BMD via DXA rekening houdt met zowel het trabeculaire als het corticale bot. Bij QCT wordt enkel de trabeculaire BMD score bepaald.

Recent werden mobiele perifere QCT (pQCT) scanners ontwikkeld die op een goedkopere manier de BMD in de radius en tibia kunnen bepalen. (19) Deze pQCT scanners zijn in staat om een nauwkeurige inschatting te maken van de botparameters die bijdragen tot het voorspellen van een breuk. (27) Tevens kunnen ze de BMD waarden bekomen via DXA, aanvullen of vervangen in studies op zowel mens als dier. Men dient de voordelen van deze technieken af te wegen tegenover de simpliciteit en beschikbaarheid van DXA. (28)

Het grootste probleem bij het gebruik van CT in de kliniek is de relatie tussen de stralingsbelasting en de spatiale resolutie. (19) Wegens de tien maal hogere stralingsbelasting verbonden aan QCT blijft DXA de eerste keus voor routineonderzoek in de kliniek. (26)

2.3.2.3 *High resolution computed tomography*

High resolution computed tomography (hrCT) is in staat om beelden te maken met een x-y resolutie van 200 μm en een sneedikte van 500 μm . Zo kan men in vivo de botarchitectuur op trabeculair niveau bepalen. (15) Burghardt et al. hebben

aangetoond dat het mogelijk is om vanuit hr-pQCT beelden van de distale radius de BMD te berekenen die overeenkomt met de BMD bekomen met een DXA scan. (29)

Met behulp van HR-pQCT is men in staat om de geometrische, microarchitecturale, densiometrische en mechanische eigenschappen van menselijk corticaal en trabeculair bot in de distale radius te bepalen. Dit kan aan de hand van een resolutie van 82 μm . (30) Het is eveneens mogelijk om het centrale skelet te beoordelen op vlak van mechanische competentie aan de hand van een hr-pQCT scan ter hoogte van de distale radius. Deze metingen kunnen bijdragen in de klinische onderzoeken van osteoporose. (31)

2.3.2.4 μCT en μMRI

μCT is in staat om in vitro de osteoporotische veranderingen in de trabeculaire botarchitectuur te kwantificeren. De resolutie varieert tussen 15 en 5 μm . Deze techniek is het gebruik van de omslachtige histomorfometrie aan het verdringen. (28)

Met μMRI is men in staat om structurele parameters zoals de trabeculaire botdikte en gemiddelde bot-volume fractie te bepalen. Via algoritmes is men in staat om in vivo een resolutie van 160 μm te bekomen. Er zijn echter vele nadelen verbonden aan hoge resolutie MRI. (15)

2.3.2.5 *Quantitative ultrasonography*

Met quantitative ultrasonography (QUS) kan, zonder gebruik te maken van ioniserende straling, de BMD in de calcaneus bepaald worden. Deze techniek is evenwaardig aan DXA in het voorspellen van fractures. Het kan echter niet gebruikt worden voor het monitoren van veranderingen in functie van de tijd of voor het opvolgen van therapierespons. Nieuwe QUS technieken zijn in staat om BMD resultaten te bekomen die vergelijkbaar zijn met BMD verkregen via QCT. Deze technologie is veelbelovend maar nog in de onderzoeksfase. (23) Andere nieuwe QUS technieken zoals *scanning acoustic microscopy* of *resonant ultrasound spectroscopy* zijn in staat om non-invasief de elastische eigenschappen van bot te bepalen. De mechanische golven gebruikt bij QUS zijn immers in staat om informatie omtrent de elastische en structurele eigenschappen van het weefsel over te dragen. (32)

2.3.3 Beeldvormingstechnieken ter diagnose van fracturen

Voor de diagnose van een breuk in een klinische situatie kan men gebruik maken van een aantal beeldvormingstechnieken. Deze zijn Rx, CT en MRI. Gewone Rx-stralen zijn de meest gebruikte en de belangrijkste methode om breuken te identificeren. DRF's worden bijna altijd met behulp van Rx geïdentificeerd.

Indien de Rx beelden niet volstaan om tot een aanvaardbare conclusie te komen kan men gebruik maken van 3D beeldvormingstechnieken. Hiertoe worden CT en MRI aangewend. CT en MRI hebben respectievelijk een hogere spatiale resolutie en een hogere contrast resolutie. In de praktijk worden deze technieken slechts zeer zelden aangewend ter diagnose van DRF's. (15)

2.3.4 Classificatie van distale radius fracturen

Classificatiesystemen worden gebruikt om letsels te categoriseren en om de behandeling te bepalen aan de hand van de verwachte resultaten. Inter- en intraobservationale bevindingen moeten betrouwbaar en overeenkomstig zijn. Ze moeten de chirurg helpen om een gepaste behandelingsmethode voor elk type fractuur te kiezen. (33, 34) Onbetrouwbare classificatiesystemen kunnen een bias veroorzaken bij studies en kunnen de vergelijking met andere studies ondermijnen. (35)

Om effectief te zijn moet een classificatiesysteem op een accurate wijze het type fractuur en de ernst van de verwonding kunnen indelen. Op die manier kan ze als richtlijn gebruikt worden voor de behandeling en prognose. (33) Idealiter zouden ze de verwachte resultaten kunnen voorspellen en op die manier de therapiekeuze vergemakkelijken en de behandelingswijze standaardiseren. (36)

In vergelijking met fracturen in andere botregio's hebben DRF's een grote hoeveelheid aan classificaties. Door de grote hoeveelheid aan variabelen waarmee rekening moet gehouden worden en door het spectrum aan breukkenmerken, is er echter geen volledig adequate classificatie. Verschillende classificaties zijn in staat om verschillende belangrijke aspecten van een DRF te belichten. (33, 37) Zo kunnen beschrijvende classificaties, zoals die van Malone en Frykman, een gedetailleerde anatomische analyse van de fractuur bieden. De veelgebruikte AO-classificatie kan aan de hand van zijn subgroepen de documentatie van de fractuur verbeteren. Fractuurclassificaties die gebaseerd zijn op het fractuurmechanisme, zoals Fernandez

en Jupiter, kunnen fracturen in plooi, scheur en compressiegroepen onderverdelen. Dit kan helpen bij de chirurgische voorbereiding. (36)

Verschillende fractuurtypes zijn vernoemd naar de persoon die het bepaalde fractuurtype voor het eerst beschreef. Een **Colles** fractuur is een extra articulaire fractuur waarbij de breuklijn maximaal twee cm van het gewricht verwijderd is. Het distale fractuurdeel is naar dorsaal verplaatst. Het is zichtbaar als een dorsale polsdislocatie. Een **Smith** fractuur is een omgekeerde Colles fractuur. Ze komt voor op hetzelfde niveau maar ze is naar palmar verplaatst. Een **Barton** fractuur is een subluxatie van de pols na het voorkomen van een intra articulaire fractuur van de dorsale of palmaire rand van de distale radius. Een **Edwards (chauffeur)** fractuur is een fractuur van de processus styloideus radii. Deze fractuur kan een onderdeel zijn van een ingewikkelde breuk of van een geïsoleerde laesie. Een **Rutherford en Cotton** fractuur (ook **lunate load** of **die punch** fractuur genaamd), is een intra articulaire fractuur met een verplaatsing van het mediaal articulaire oppervlak van de radius. (34)

Deze traditionele eponiemen worden nog steeds gebruikt, maar hun fractuurbeschrijving kan onjuist zijn. Ze dragen niet bij tot een correcte evaluatie op vlak van behandeling en resultaat. (36)

Er werden verschillende systemen ontwikkeld ter classificatie van DRF's. Enkele voorbeelden hiervan zijn de systemen van **Gartland en Werley**, **Lindstrom**, **Older al.**, **Frykman**, **Melone**, **Jenkins**, en **Mc Murtry en Jupiter**.

In 1990 werd de **universele classificatie** ontwikkeld. Het is gebaseerd op de Gartland en Werley classificatie en deelt de groepen in extra- versus intra-articulaire fracturen. Fracturen werden ook als stabiel versus onstabiel geclassificeerd.

De in 1992 opgerichte **Mayo kliniek classificatie** focust zich op intra-articulaire fracturen. Ze is gebaseerd op de rol van specifieke articulaire contactgebieden. Ze is ontwikkeld om de specifieke articulaire oppervlakken van de DR te omvatten en de fractuurcomponenten die betrokken zijn met deze gewrichten. (33)

In 1986 werd door de Swiss Association for the study of Internal Fixation (ASIF) de **AO-classificatie** opgesteld. Deze wordt ook Comprehensive Classification of Fractures (CCF) genoemd. Het is een van de meest uitgebreide en vaakst gebruikte

classificatiesystemen die beschikbaar zijn en ze is ontwikkeld voor gebruik bij onderzoek. Het rangschikt de breuken volgens ernst van bot- en articulaire laesies. Het is een uitgebreide classificatie die veel mogelijkheden biedt. Hiermee gaat echter gepaard dat het omslachtig is, wanneer men ze gebruikt om behandelingsopties te bepalen. Het heeft voornamelijk een functie in onderzoek en documentatie van DRF's. De AO-classificatie werd toegevoegd in bijlage 1.

De classificatie van **Fernandez**, die in 1993 opgericht werd, focust voornamelijk op het fractuurmechanisme in plaats van op de fractuurfragmenten. Het is ontworpen om op een praktische manier de stabiliteit te beoordelen, de geassocieerde verwondingen te includeren en om algemene behandelingsaanbevelingen aan te bieden. (33, 35, 38)

Er zijn dus verscheidene manieren om een DRF te beoordelen. Deze worden door elkaar gebruikt en er is geen universeel aanvaarde classificatie. (34) In functie van onderzoek wordt de AO classificatie de laatste tijd het vaakst gebruikt. Dit omdat ze de meest uitgebreide manier van classificatie is op anatomisch vlak. (9)

De American Academy of Orthopedic surgeons stelt dat ondanks allerhande beeldvormingstechnieken en de hoge expertise van zowel chirurgen als van radiologen, er geen universeel classificatieschema met een degelijke voorspellende waarde bestaat. (34) Er is immers een slechte overeenkomst tussen de gegevens van verschillende observatoren. (39) Er zullen altijd verschillen zijn en deze zijn te wijten aan een verschillende manier van opleiden, een verschillende ervaring van de observator en andere factoren. Hierdoor kan het realistischer zijn om een eenvoudig, klinisch betekenisvol classificatiesysteem te ontwikkelen voor gebruik in klinisch onderzoek. (35)

2.3.5 Fractuurgenezing

In tegenstelling tot andere weefsels, kan het merendeel van de botverwondingen, inclusief fractures, genezen zonder vorming van littekenweefsel. Het bot kan regenereren met het grootste deel van zijn oorspronkelijke functies intact. Het nieuwgevormde bot is uiteindelijk niet te onderscheiden van het onbeschadigde omliggende bot. (40)

Botgenezing is een complex proces, waarbij een cascade van genexpressie, de formatie en resorptie van verschillende weefsels beïnvloedt. (6) Het wordt gestuurd door cellulaire elementen en stimulerende agentia. (41) Dit leidt uiteindelijk tot de overbrugging van de fractuur met nieuwgevormd bot. (6)

Botheling kan in primaire en secundaire genezing opgedeeld worden. (41)

Primaire genezing komt voor indien de breuk een goede anatomische reductie ondergaat en wanneer er een rotationele stabiliteit aanwezig is. Op microscopisch niveau ondergaat het bot een directe, osteonale genezing. De fractuurspleet wordt opgeruimd met *cutting cones*. Osteoblasten vullen deze ruimte in met bot. Deze vorm van genezing vereist een zeer hoge stabiliteit en komt in realiteit enkel voor na een geslaagde interne fixatie. (41, 42)

Secundaire botgenezing komt vaker voor en hierbij wordt een callus gecreëerd. (41)

Chronologisch gezien kan men secundair fractuurherstel opdelen in vijf fasen. Deze zijn: hematoomvorming, ontstekingsreactie, angiogenese, kraakbeenvorming (met hieropvolgende calcificatie, kraakbeenverwijdering en botformatie vorming) en botremodellering. (41)

Het genezingsproces van een osteoporotische fractuur doorloopt dezelfde stadia als een normale botbreuk en eindigt met de hereniging van de gebroken delen. Er wordt tevens gesteld dat het botgenezingsproces bij osteoporose vertraagd is. (2) Deze stelling is echter controversieel. Er zijn zeer weinig klinische studies op mensen die de presumptie van een vertraagde genezing bij ouderen bevestigen. (6) Indien men focust op dierstudies ziet men dat er meer studies zijn die de hypothese van een vertraagde botheling bevestigen. Er is hieromtrent echter nog meer onderzoek nodig. (43) Ook het langetermijneffect op de botsterkte bij osteoporose gerelateerde fracturen is onduidelijk. (44)

2.3.6 Behandeling van distale radius fracturen

Bij osteoporose is er, naast het groter risico op het oplopen van fracturen, ook een probleem bij de osteofixatie van implantaten. (2) Dit heeft als gevolg dat DRF's bij patiënten met osteoporose, voor een belangrijke uitdaging zorgen. De fracturen hebben een hogere kans op onstabiliteit en op verlies van reductie. Ze zijn operatief ook moeilijker behandelbaar. (45) Botweefsel dat aangetast is door osteoporose heeft

een sterk verminderde capaciteit om implantfixatie te behouden. (6) Er is minder compact en spongieus bot waardoor de trekkracht van de implantaten verminderd. (2)

De therapeutische aanpak van osteoporotische breuken vereist snelle mobilisatie met een zo snel mogelijke volledige belasting van het aangedane lidmaat. (2) Hiervoor dient een sufficiënte stabilisatie aanwezig te zijn. Wegens de eigenschappen van osteoporotisch bot is deze stabilisatie vaak een probleem door het falen van de fixatie. (6) Hieronder volgt een korte beschrijving van de courante operatietechnieken met als doel de reductie van een distale radiusfractuur. Verder in deze masterproef zullen deze technieken in relatie met osteoporose besproken worden.

Men kan de chirurgische fixatietechnieken onderdelen in gesloten en open reductie. Het fractuurpatroon, status van het zachte weefsel, patiëntgebonden factoren en de beschikbare middelen bepalen de indicaties van de methode. (36)

2.3.6.1 Gesloten reductie en gesloten fixatietechnieken

2.3.6.1.1 Gesloten reductie

Men kan gebruik maken van een conservatieve behandeling. Hierbij kan indien nodig een gesloten reductie van de fractuur uitgevoerd worden. Het letsel wordt gestabiliseerd door middel van een gipsverband. Er worden voldoende controles gepland, om te kijken of de reductie behouden wordt. Deze techniek heeft een belangrijke plaats in de behandeling van niet-verplaatste en licht verplaatste DRF's. (37) Bij de radiologische inschatting van fractuurherstel kan men duidelijk zien dat een conservatieve behandeling minderwaardig is aan een chirurgische. Ondanks blijvende misvormingen zijn vele patiënten echter in staat om hun behandelde lidmaat zonder problemen te gebruiken voor alledaagse activiteiten. (46)

2.3.6.1.2 Percutane pinning

Bij percutane pinning kan men verschillende technieken beschrijven (bv. Lambotte en Depalma). De K-draden worden gebruikt om de gesloten reductie te behouden totdat de botdelen aan elkaar gegroeid zijn. Dit is verschillend van de intrafocale technieken, die geïntroduceerd zijn door Kapandji. Hierbij worden direct fractuurmanipulatie en –reductie uitgevoerd door de insertie van percutane draden in de fractuur zelf.

Percutane pinning wordt voornamelijk gebruikt voor onstabiele extra-articulaire fracturen met dorsale metafyseale vergruizing en letsels met aanzienlijke schade van het zachte weefsel. Wereldwijd wordt deze techniek nog vaak gebruikt ter behandeling van intra-articulaire fracturen in faciliteiten met beperkte middelen. (36)

2.3.6.1.3 Externe fixatie

Deze techniek maakt gebruik van ligamentotaxis om een reductie te bekomen. Een overdreven langdurige tractie is geassocieerd met stijfheid en slechtere resultaten. Unilaterale constructies die enkel de kant van verwonding overspannen, kunnen dit tegengaan. Ze kunnen gebruikt worden voor directe fractuur reductie. Dit kan voornamelijk aangewend worden bij proximale fracturen met een intacte radiusboord. Externe fixatoren kunnen in additie met arthroscopische fractuurreductie gebruikt worden.

De indicatie van externe fixatie is een sterk vergruisde fractuur of een polsletsel bij polytraumatische patiënten. (36)

2.3.6.2 Open reductie met interne fixatie (ORIF)

De laatste decade is er een sterke evolutie opgetreden op het vlak van chirurgische behandeling van DRF's. Deze evolutie is te wijten aan de opkomst van platen met hoekstabiele schroeven, lage profielplaten en het gebruik van nieuwe materialen. Deze veranderingen geven de mogelijkheid tot een meer geavanceerde chirurgische aanpak. (36)

2.3.6.2.1 Plaatosteosynthese met hoekstabiele schroeven

Deze hoekstabiele schroeven, waarbij de schroeven de plaat rechtstreeks aanhaken, hebben als gevolg dat de hoek tussen de schroef en de plaat vaststaat. Hierdoor is de kans op loswrikken kleiner en dienen de schroeven niet verankerd te zijn. Ze functioneren meer als nagel dan als schroef. Ze induceren geen interfragmentele compressie, maar ze behouden de schikking van de botdelen en vertrouwen op de genezingscapaciteit van de distale radius. Ze kunnen aanzien worden als een metafyseale prothese die de gewrichtsbelasting van het subchondrale bot over het gebroken metafysisch bot naar het intacte diafyseale bot transfereren. (2) Zelfs in osteoporotisch bot kan men een sterke retentie bekomen. (36)

De oorspronkelijke T-vormige osteosyntheseplaten werden opgevolgd door anatomisch-gevormde platen en hoekstabiele schroeven met variabele hoek. Deze platen toe om de plaat en de schroefhoek beter te individualiseren. (36)

Dorsale plaatfixatie is geassocieerd met problemen van het zachte weefsel. Impingement van de plaat op de extensorpezen kan slechte resultaten als gevolg hebben. (2) Ook bij de oorspronkelijk veilig geachte palmaire osteosynthese kunnen peesletstels ontstaan. (36)

Biomechanische testen hebben bepaald dat palmaire plaatosteosynthese met hoekstabiele schroeven, significant sterker zijn dan dorsale plaatsosteosynthes. Palmaire plaatosteosynthesen met vaste hoek zijn voordelig bij oudere patiënten met osteoporose, bij hoogenergetische splinterbreuken en wanneer een breuk op een slechte manier verbonden is en osteotomie vereist. Een specifiek voordeel van deze palmaire plaatosteosynthese met vaste hoek is een stabiele ondersteuning die een vroege actieve polsrehabilitatie toelaat. Ook een directe botreductie en minder schade van zacht weefsel en pezen, zijn voordelen van deze techniek. (2)

Open reductie met interne plaatfixatie wordt vaak toegepast maar er is weinig consensus omtrent de juiste indicaties voor een dergelijke operatieve behandeling. (47) Er zijn een aantal duidelijke indicaties zoals verplaatste intra- en extraarticulaire fracturen. (2) Desondanks zijn er betere prospectieve RCT's nodig om op lange termijn de optimale behandelingswijze van DRF's te bepalen. (47)

De operatieve fixatie van DRF's is een van de meest uitgevoerde orthopedische procedures. (47) De keuze van behandeling bij DRF's is afhankelijk van patiënt gebonden factoren, fractuurpatronen en stabiliteitscriteria. De aanwezigheid van geassocieerde verwondingen beïnvloedt de timing en de modaliteit van de behandeling. (36)

Er is een gebrek aan *evidence based guidelines* omtrent de behandelingswijze van DRF's. Dit bij zowel jongere als oudere patiënten. (36) Verschillende technieken kunnen een reductie bekomen op verschillende wijze. Elk van deze technieken heeft zijn eigen specifieke complicaties. (48) Er is een vraag naar prospectieve

onderzoeken, uitgevoerd in verschillende behandelingscentra. Ook het enthousiaste onthaal van de hoekstabiele schroeven, heeft nood aan studies omtrent de langetermijneffecten. Dit om het huidig overvloedig gebruik van deze techniek te rechtvaardigen. (36)

Wegens de grote variëteit aan fractuurtypes is er geen standaardbehandeling voor DRF's. (22) De keuze van behandeling moet gebaseerd zijn op het fractuurtype, de patiëntgebonden eigenschappen, de verwachtingen van de patiënt en de voorkeuren en ervaring van de behandelende chirurg. Zolang er een stabiele reductie en een anatomische reconstructie gegarandeerd zijn, kunnen verschillende methodes tot een succesvolle behandeling leiden. (49)

Een adequate behandeling van een osteoporotische fractuur vereist eveneens een aanpak van de onderliggende osteoporose. Dit om nieuwe fracturen in de toekomst te vermijden. (6) Wegens de specifieke eigenschappen van osteoporose gerelateerde breuken, dienen aangepaste oplossingen voorzien te worden. Het hoofddoel moet de bewaring van functie zijn, zelfs indien dit ten koste gaat van een herstelling van exacte anatomie. (2) Momenteel wordt osteoporose nog te weinig gediagnostiseerd en behandeld bij dergelijke fracturen. Een behandeling met calcium en vitamine D supplementen moet reeds 2 weken na het oplopen van het letsel opgestart worden. Ook bisfosfonaten moeten overwogen worden. (50)

Hoewel de meeste DRF's behandelbaar zijn op een conservatieve manier, kan men stellen dat onstabiele fracturen chirurgisch gefixeerd moeten worden. (2)

2.3.7 Evaluatie van revalidatie en behandeling

Het is moeilijk om de meest gepaste beoordelingswijze van botfracturen te beschrijven. Het beoordelen van het botgenezingsproces is immers subjectief en zonder gouden standaard. (51) De clinicus moet gebruik maken van de voorgeschiedenis en de klinische bevindingen. Pijn, beweging op de locatie van de fractuur en gevoeligheid bij palpatie, zijn voorbeelden van dergelijke bevindingen. (22) Hoewel er een breed scala aan beeldvormingstechnieken beschikbaar is, wordt voornamelijk Rx gebruikt ter beoordeling van het genezingsproces. Men dient op te merken dat er een slechte correlatie is tussen radiografische criteria enerzijds en botsterkte en -stijfheid anderzijds. Er heerst eveneens een gebrek aan consensus omtrent de meest gepaste beeldvormingstechnieken in de beoordeling van

botgenezing. Dit gebrek aan consensus is zowel in de kliniek als in de experimentele omgeving aanwezig. (51)

2.3.7.1 Klinische evaluatie door de behandelende arts

De resultaten van een DRF-behandeling worden traditioneel geëvalueerd aan de hand van radiologische parameters en objectieve fysieke variabelen zoals knijpkracht en polsbewegelijkheid. (52) Om deze fysieke variabelen te bepalen kunnen verschillende prestatie-testen aangewend worden. De functional dexterity test (FDT), Jebsen Taylor hand function test (JTHT), NK hand dexterity test (NKHDT), purdue pegboard test (PPT) en South Hampton assessment procedure (SHAP) zijn hier enkele voorbeelden van. (53) De fysieke variabelen kunnen geïncorporeerd worden in een scoresysteem om zo de resultaten van de behandeling te kwantificeren. Dit kan onder andere met behulp van de Gartland en Werley score en met de Mayo Wrist score. (54, 55)

De **Gartland en Werley score** (56) is een van de vaakst gebruikte tools ter evaluatie van pols- en handfunctie. De score is ontwikkeld in 1951 en is gebaseerd op een puntenreductiesysteem omtrent een objectieve evaluatie van de polsfunctie. Het baseert zich op het concept dat op zijn minst een dorsiflexie van 45°, een palmaire flexie van 30°, een ulnaire en radiale deviatie van 15° en een pronatie en supinatie van 50° aanwezig dient te zijn. Naarmate er niet voldaan wordt aan deze arbitraire grenswaarden, trekt de beoordelende clinicus punten af. Er bestaan een aantal variaties op dit scoringsstelsel. Dit is een van de weinige methoden om behandelingsresultaten op een objectieve wijze te evalueren. Het heeft zijn populariteit wellicht hieraan te danken. Er ontbreekt echter een gepaste methodologie en er zijn ook nog geen validiteitsstudies uitgevoerd. Hierdoor is het stelsel minder betrouwbaar. (54)

Ook de **modified Mayo wrist score** (57) wordt vaak gebruikt ter evaluatie van de pols. Het is een modificatie van de Green en O'Brien score, door Cooney et al. (58) De evaluerende arts verdeelt hierbij 100 punten over bepaalde criteria. Deze zijn: de pijn zoals de arts ze inschat, actieve flexie in percentage van de tegenovergestelde zijde, knijpkracht en ten slotte de mogelijkheid om gewone activiteiten en werk te hervatten. Deze criteria worden elk op 25 gescoord. Een hogere score komt overeen met een beter resultaat. Men kan de scores categoriseren in de volgende groepen:

excellent (90-100), goed (80-89), matig (65-79) en slecht (< 65). (55) Dit scoringsstelsel is zeer streng. Om een excellente score te bekomen vereist de pols een quasi normale bewegingsvrijheid en functie. (55) De modified Mayo wrist score is toegevoegd in bijlage 2.

2.3.7.2 Radiografisch

Radiografie heeft traditioneel het meest bijgedragen aan het inschatten van fractuurherstel. Het blijft tot op vandaag de meest gebruikte techniek. De interpretaties van radiografische beelden zijn echter subjectief en de geldigheid in het inschatten van de kwaliteit van breukherstel en botkracht werd in vraag gesteld.

Het doel van de beeldvorming moet in acht genomen worden. Indien de diagnose van een botbreuk het doel is dient men een hoge accuraatheid of validiteit te hebben. Indien het opvolgen van het genezingsproces het doel is, dient men een hoge precisie of reproduceerbaarheid te hebben. Voor het opvolgen van de beginfasen van het botherstel is klassieke radiografie niet sensitief genoeg. In deze situatie kan CT duidelijke voordelen bieden. Er kan gebruik gemaakt worden van CT met volumetrische reconstructie. Dit biedt de beste balans tussen gebruiksgemak, kost en beschikbaarheid. Ook visualisatie en kwantificatie van veranderingen tijdens het genezingsproces, kunnen goed uitgevoerd worden met behulp van deze technologie. (22)

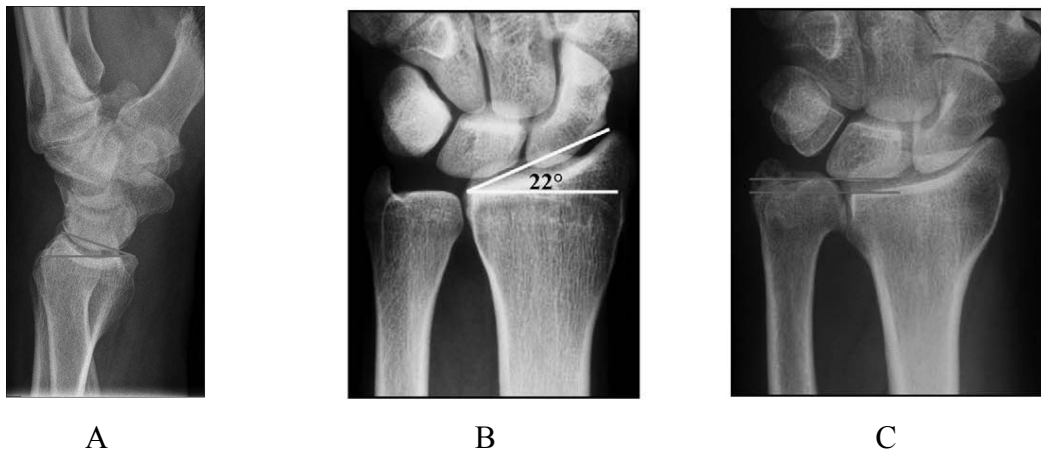
In het apicale skelet kunnen zowel CT als MRI aangewend worden ter evaluatie van het trabeculaire bot gedurende het genezingsproces. Door het stijgend gebruik van interne fixatie bij DRF kan de duidelijkheid en geldigheid van verschillende diagnostische technieken in het gedrang gebracht worden. Men dient hiermee rekening te houden bij de keuze van de gepaste beeldvormingen. (22)

Clinici kunnen de inschatting van een effectief fractuurherstel baseren op de callusvorming in en rond de fractuur. Metafyseale breuken, zoals bij DRF hebben de neiging om endosteaal te genezen. Het nieuwe bot wordt gevormd op de reeds bestaande trabeculae. Hierdoor wordt er minder callus gevormd en is er minder corticale brugvorming zichtbaar op Rx. Dit in tegenstelling tot corticale botbreuken zoals in de tibiaschacht. Deze breuken zijn periosteaal en endosteaal en produceren een grote hoeveelheid callus. (22)

Men kan voor de evaluatie van het fractuurherstel bij een DRF gebruik maken van een aantal radiologische parameters.

- De **Palmaire tilt (PT)** wordt beschreven als de hoek gevormd tussen enerzijds een loodrechte op de lange as van de radius en anderzijds een lijn die loopt van de dorsale naar de palmaire cortex van de distale radius.
- De **Radiale inclinatie (RI)** is de hoek tussen de longitudinale as van de radius en een lijn die de radiale cortex van de apex van de processus styloïdeus verbindt met de “sigmoid notch” van de distale radius
- De **Ulnaire variantie (UV)** is het verschil in axiale lengte tussen het centrale punt van de ulnaire rand van de *sigmoid notch* en het meest distale deel van de ulnakop. (9)

De PT wordt beoordeeld op een laterale opname terwijl de RI en UV zichtbaar zijn op een posterior-anterior (PA) opname.



Figuur 1: Overzicht radiografische parameters. A: PT, B: RI, C: UV (Arora et al.)

Er is een significante correlatie tussen PT, UV en de klinische resultaten. Naarmate de aanvaardbare grens van deze waarden overschreden worden, verslechteren de resultaten op een significante wijze. (46) Men heeft aangetoond dat de functionele prognose sterk beïnvloed wordt wanneer de PT een hoek van -10° tot -15° overtrof. Bij UV ziet men een slechtere prognose indien ze groter wordt dan 3 tot 5 mm. (46) Wanneer de PT groter is dan 20° , de RI kleiner dan 10° is, of de radiale verkorting meer dan 6mm, dan kan men met zekerheid stellen dat er functionele consequenties zullen zijn. (48)

De correlatie tussen radiologische parameters en objectieve fysieke variabelen bij ouderen is controversieel. (52) Het grote merendeel van de studies die deze correlatie bestudeert, focust zich op jonge patiënten. Men stelt dat fractuurreductie niet zo sterk geassocieerd is met de functionele resultaten en met de tevredenheid van de patiënt bij zowel oudere als bij jongere patiënten. (46) Bij oudere patiënten is er een statistisch significante correlatie tussen een aanvaardbaar radiologisch resultaat en een goed functioneel resultaat. Omgekeerd geldt deze stelling echter niet. Bij ouderen werd vaak een bevredigend functioneel resultaat bekomen ondanks onbevredigende radiologische resultaten. (59)

2.3.7.3 Subjectieve evaluatie d.m.v. patiënt-gescoorde vragenlijsten

De traditionele manier om de functie van de pols en hand te beoordelen, bestaat uit het meten van de knijpkracht en het bepalen van het bewegingsbereik van de pols. Dit levert een goede, objectieve analyse van het behandelingsresultaat op. Deze methoden houden echter geen rekening met andere aspecten van de analyse van het resultaat. Er wordt geen rekening gehouden met de factoren die belangrijk zijn voor de patiënt. Zo wordt er geen rekening gehouden met de patiënt zijn mogelijkheid om zijn alledaagse handelingen en werk te hervatten. Ook pijn wordt niet ingecalculeerd. Hierdoor ontbreekt er een goede correlatie met de patiënt zijn functioneringsniveau. (54, 60)

Er zijn maatstaven ontwikkeld waarbij de patiënt de beperkingen na de behandeling kan beoordelen vanuit zijn eigen standpunt. Ze zijn ontwikkeld om een meer begrijpelijke inschatting te maken na het optreden van een letsel. Deze worden steeds vaker gebruikt ter evaluatie van de resultaten van een behandeling bij een DRF. Door het gebruik van dergelijke maatstaven, kunnen bepaalde aspecten die belangrijk zijn voor de patiënt, beter belicht worden. Hoewel ze de strikt objectieve criteria niet kunnen vervangen, kunnen ze hierop een goede aanvulling zijn. (52)

Het is mogelijk om reeds vroeg na de behandeling de zelf gerapporteerde vragenlijsten af te nemen. Het meten van fysieke prestaties kan slechts gebeuren na het helen van de fractuur en na het verwijderen van externe apparaten. Vragenlijsten kunnen dus belangrijke informatie bieden op het moment dat fysieke metingen nog niet aan de orde zijn. (61)

Algemene instrumenten zoals de SF-36, bevragen de algemene impact op de algemene gezondheid en welbehagen van de patiënt. Ze zijn ontwikkeld voor een breed gebruik bij een grote variëteit aan ziektes. Er zijn echter ook meer specifieke vragenlijsten ter beoordeling van de behandelingsresultaten ontwikkeld. Ze kunnen zich focussen op een anatomische regio (bv. PRWE) of een specifieke ziekte (bv. CTS). (54)

Eind 1980 en begin 1990 werd de Short Form-36 (**SF-36**) gecreëerd. Deze schaal is gericht op het meten van de algemene gezondheid en chronische ziekten. Het heeft echter enige validiteit voor de evaluatie van polsletsels. Het bestaat uit een aantal onderverdelingen die fysische rol, lichamelijke pijn, sociaal functioneren en andere gezondheidsaspecten evalueren. (62)

De Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (**DASH**) (63) score is een regio-specifieke vragenlijst met 30 onderdelen. Het is het vaakst gebruikte instrument bij patiënten met hand- en polsletsels. (64) Het is in 1996 ontwikkeld en evalueert het behandelingsresultaat in een regionaal kader. Hierbij wordt het bovenste lidmaat als één functionele eenheid aanzien. Hierdoor bekomt men een grotere uniformiteit bij onderzoek en een grotere input van de patiënt. (54)

Het be vraagt de mogelijkheid om fysieke activiteit te beoefenen en de ernst van de symptomen. Ook het effect van het letsel op sociale activiteiten, zelfbeeld, werk en slaap wordt be vraagd. De uiteindelijke score wordt uitgedrukt in een schaal van 0 tot 100, waarbij 100 overeenkomt met het slechtste resultaat. (65)

Onlangs werden gemodificeerde versies zoals de QuickDASH en de visual QuickDASH gevalideerd. (66) De DASH score vragenlijst werd toegevoegd in bijlage 3.

De **QuickDASH** is ontwikkeld als vereenvoudiging van de originele, 30 onderdelen bevattende vragenlijst, terwijl een redelijke geldigheid behouden werd. Het bestaat uit 11 onderdelen en be vraagt symptomen en fysieke functie van het bovenste lidmaat. De score wordt uitgedrukt in een schaal tussen 0 en 100, waarbij 100 overeenkomt met de hoogst mogelijke beperking. (64)

De Patient-Rated Wrist Evaluation (**PRWE**) werd ontwikkeld in 1998. Het poogt een betrouwbare en geldige tool te bieden ter kwantificatie van pijn en gebreken in de pols bij patiënten met een DRF. (54) Het bestaat uit 2 delen: pijn en functie. Deze zijn onderverdeeld in 5 en 10 onderdelen respectievelijk. Aan de hand hiervan wordt er een score op 100 berekend, waarbij pijn en functie even zwaar doorwegen. De PRWE is gemakkelijk toe te passen en te begrijpen. Het kan beschouwd worden als een betrouwbare, geldige en responsieve manier om letsels van de pols te evalueren. (67) In 2004 werd de PRWE geüpdatet tot de **PRWHE**, hierbij werden ook letsels van de hand geïncorporeerd. (64)

Changulani et al. stellen dat de PRWE score het meest responsieve instrument is voor de evaluatie van de behandelingsresultaten bij patiënten met een DRF. Responsiviteit is het vermogen om belangrijke klinische veranderingen te detecteren. De DASH score is het beste instrument voor de evaluatie van patiënten met letsels waarbij verschillende gewrichten van het bovenste lidmaat betrokken zijn. (54)

In een prospectieve evaluatie van de SF-36, DASH en PRWE werd vastgesteld dat PRWE een betere responsiviteit had dan DASH. De SF-36 was ondergeschikt aan zowel PRWE als DASH. Bij deze evaluatie werden standaard fysieke prestatietesten, voor het beoordelen van herstel na een DRF, als referentie gebruikt. Men ontdekte dat de functionele onderverdelingen van de PRWE het meest responsief waren tussen de tijd van de originele verwonding en de opvolging na drie maanden. Knijpkracht was de meest responsieve fysieke prestatie meting. (66) Vragenlijsten die specifiek gericht zijn op de pols, zoals de PRWE, zijn beter in staat om klinische verschillen op te merken bij een DRF. (61)

De patiënt van vandaag, inclusief de actieve oudere, eist resultaten die de functie van hun pols en hand herstellen, overeenkomend met de situatie vóór het optreden van het letsel. (56) Deze nadruk op patiënt gescoorde resultaten reflecteert een globale verandering in hoe operatieve behandelingen beoordeeld worden. Chirurgen evalueren de resultaten op basis van de patiënt zijn tevredenheid met het resultaat. Als een gevolg hiervan hebben de algemene gezondheid, de arm- en polsfunctie en een terugkeer naar activiteit de traditionele metingen zoals kracht en bewegingsbereik verdrongen. Men kan argumenteren dat deze metingen accuratere en meer

betrouwbare indicatoren zijn, dan de traditionele evaluatiesystemen. (66) Indien men de patiënt gescoorde vragenlijsten combineert met de fysieke prestatiemetingen, kan men de behandeling op een betere manier beoordelen. (56)

3 Methodologie

De MEDLINE database werd via PubMed geraadpleegd. Er werd een combinatie van Medical Subject Headings (MeSH) en gewone zoektermen gebruikt. De zoekopdracht was de volgende:

(osteoporosis[MeSH Terms] OR osteoporosis OR bone density[MeSH Terms] OR bone density) AND (fracture, radius[MeSH Terms] OR radius fracture) AND (treatment outcome[MeSH Terms] OR functional outcome OR DASH score OR Fracture Healing[MeSH Terms] OR Hand Strength[MeSH Terms] OR Range of Motion, Articular[MeSH Terms] OR Recovery of Function[MeSH Terms] OR Disability Evaluation[MeSH Terms] OR PRWE OR PRWHE OR SF-36 OR MAYO wrist score)

Er werd gefilterd op taal; enkel Engels-, Nederlands-, Duits-, en Franstalige artikels werden toegelaten. Deze zoekopdracht leverde 224 resultaten op. De resultaten werden gesorteerd op datum en er werd gefocust op publicaties tussen januari 2003 en februari 2015, het moment wanneer de opzoekingsfase afliep. Op basis van titel, abstract en inhoud zijn hieruit 6 publicaties (68-73) weerhouden.

4 Resultaten

4.1 Literatuur

De *levels of evidence* werden bepaald voor de gebruikte hoofdbronnen. Ook de kwaliteit van elke studie werd gescoord, hierbij werd de Downs en Black schaal gebruikt.

De Downs en Black schaal (74) werd ontwikkeld om de methodologische kwaliteit van gerandomiseerde en niet gerandomiseerde studies te bepalen. Het bevat een lijst van 27 vragen en de maximale te behalen score bedraagt 32 punten. Deze schaal heeft

een aanvaardbare validiteit en betrouwbaarheid. Deeks et al. stellen dat deze schaal geschikt is voor het gebruik in een *systematic review*. (75) De resultaten van de Downs en Black schaal zijn voor elke studie in tabel 1 beschikbaar.

Wanneer de prognose van een behandeling onderzocht wordt is het ongepast om een RCT als onderzoekstype te gebruiken. Het is immers geen optie om een patiënt niet te behandelen in een dergelijke situatie. Een prognosevraag vergelijkt geen behandelingen, hierdoor kan een cohortstudie, of een *systematic review* van cohortstudies de hoogste evidentie bieden. (76) De *levels of evidence* voor prognostische studies, volgens de American Society of Plastic Surgeons (ASPS), bestaat uit vijf niveaus. (76) De levels of evidence werden voor elke studie weergegeven in tabel 1. Een overzicht van de levels of evidence is weergegeven in bijlage 4.

In tabel 2 zijn de in- en exclusiecriteria voor elke studie opgesomd.

TABEL 1: overzicht studie-eigenschappen

	Type onderzoek	N ¹	Publicatiejaar	D&B ²	LOE voor prognostische studies ³	
1	Boymans et al.	Retrospectieve cohortstudie	54	2008	19	II
2	Choi et al.	Retrospectieve cohortstudie	90	2015	22	II
3	Büyükkurt et al.	Retrospectieve cohortstudie	37	2011	14	II
4	FitzPatrick et al.	Retrospectieve cohortstudie	64	2012	24	II
5	Hollevoet et al.	Prospectieve cohortstudie	40	2003	23	I
6	Voigt et al.	Prospectieve cohortstudie	65	2012	17	I

1: N: steekproefgrootte

2: LOE: levels of evidence

3: D&B: Downs en Black schaal

TABEL 2: in- en exclusiecriteria

		Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
1	Boymans et al.	<ul style="list-style-type: none"> •patiënten ouder dan 50 jaar •tussen 2004 en 2005 	<ul style="list-style-type: none"> •bilaterale fracturen •eerder doorgemaakte ipsilaterale DRF •operatieve behandeling in plaats van een conservatieve behandeling
2	Choi et al.	<ul style="list-style-type: none"> •tussen 2009 en december 2012 •patiënten met een onstabiele DRF •behandeld met een palmaire plaat met hoekstabiele schroef •vrouwen \geq 50 jaar waarvan de BMD gemeten werd •onstabiele DRF •dorsale hoek $> 20^\circ$ •metafyseale vergruizing •radiale inkorting van $> 5\text{mm}$ •intra-articulaire betrokkenheid 	<ul style="list-style-type: none"> •diafyseale of metafyseale fractuur van de ulna
3	Büyükkurt et al.	<ul style="list-style-type: none"> •DRF •tussen 2006 en 2008 	-
4	FitzPatrick et al.	<ul style="list-style-type: none"> o.b.v. CPT scores^A 25607,25608,25609 en 25620: •OR DRF extra-articulair met IF^B •OR DRF intra-articulair IF van 2 fragmenten^B •OR DRF intra-articulair IF van ≥ 3 fragmenten^B •(CPT 25620 is een oude code, nu opgedeeld in -07, -08 en -09) 	<ul style="list-style-type: none"> •vrouwen < 50 jaar •onbekende BMD •normale BMD •onvolledige medische dossiers •follow-up van < 6 maand •1 patiënt stierf voor de follow-up afspraak 12 maand postoperatief
5	Hollevoet et al.	<ul style="list-style-type: none"> •vrouwen ouder dan 40 jaar •recente fractuur van de distale radius 	<ul style="list-style-type: none"> •bilaterale fractuur •historiek van polsfracturen •zware impact trauma's
6	Voigt et al.	<ul style="list-style-type: none"> •tussen februari 2008 en april 2009 •gesloten DRF die minder dan 7 dagen oud is •leeftijd: 50-90 jaar •schriftelijke toelating van de patiënt voor studiedeelname 	<ul style="list-style-type: none"> •ulnafractuur •DRF van de contralaterale radius •polytrauma •systemische cortisonetherapie bij chronische ziekten •acute tumorletsels, radiotherapie of chemotherapie gedurende de laatste jaren •alcohol- of drugsmisbruik •ziekten die een correcte evaluatie beïnvloeden •aanwezigheid van een medische bewindvoerder

A: CPT: Current Procedural Terminology (American Medical Association)

B: OR: Open Reduction, DRF: distale radiusfractuur IF: Internal Fixation

4.2 Bespreking patiënten en methodiek

De belangrijkste gegevens i.v.m. de eigenschappen van de patiënten, BMD meting en i.v.m. de praktische uitvoering van de studies werden opgelijst in tabel 3, 4 en 5 respectievelijk.

TABEL 3: overzicht patiënten

		Gemiddelde leeftijd (jaar) (UITZ.: Voigt et al.: mediaan)	Gemiddelde BMD (T-score) (UITZ.: Voigt et al.: mediaan)	Gemiddelde BMD (g/cm²)	Gemiddelde opvolgingstijd (maand) (UITZ.: Voigt et al.: mediaan)
1	Boymans et al.	•1: 70 (SD: 10) •2/0: 67 (SD: 10)	-2.2 (range: -4,3; -0,1)	-	15 (range: 12;18)
2	Choi et al.	•1: 66,9 •2: 61,1	•1: -3,16 (SD: 0,57) •2: -1,72 (SD: 0,57)	-	•1: 26.0 (range: 11;45) •2: 24,7 (range: 12 ;44)
3	Büyükkurt et al.	•1: 56.5 (range: 45;65) •2: 37.1 (range: 27-51)	•1: -2.6 SD (range: -2.9 SD;-2.5 SD) •2: -0.7 SD (range: -1,2 SD;1 SD)	-	23,75 (range: 12;37)
4	FitzPatrick et al.	65 (range: 50;85)	-	-	22 (range: 12;63)
5	Hollevoet et al.	64 (range : 42;83)	-	•DV: 0,43 (SD: 0,06) ^A •UDV: 0,30 (SD: 0,05) ^B •H: 0.79 (SD: 0,11) ^C •LW: 0,83 (SD: 0,15) ^D	28 (range: 12;61)
6	Voigt et al.	•1: 73 (range: 52;84) •2: 68 (range: 54;86) •0: 62 (range: 55;78)	-2,2 (range: -5,9;0,6)	-	*

- 1: osteoporose (T-score < -2,5)
- 2: osteopenie (T-score tussen -1 en -2,5)
- 0: normale BMD (T-score > -1)
- Niet gespecificeerd: totale groep

*Voigt et. al. maten de radiologische en klinische parameters op 6 weken, 3 maand en 12 maand postoperatief. Er zijn geen gemiddelden beschikbaar.

A: DV: distale voorarm, B: UDV: ultra distale voorarm, C: H: heup, D: LW: lumbale wervelkolom

Tabel 4: overzicht BMD meting

		Locatie BMD meting	Periode BMD meting	DXA apparaat
1	Boyemans et al.	<ul style="list-style-type: none"> •heup •lumbale wervelkolom 	maximaal 4 weken na fractuur	Hologic QDR 4500 elite
2	Choi et al.	<ul style="list-style-type: none"> •wervelkolom •beide proximale femurs 	postoperatief (<i>niet verder gespecificeerd</i>)	Hologic QDR 4500
3	Büyükkurt et al.	<ul style="list-style-type: none"> •lumbale wervelkolom (L1-L4) •femurkop 	postoperatief (<i>niet verder gespecificeerd</i>)	-
4	FitzPatrick et al.	<ul style="list-style-type: none"> •heup •wervelkolom 	-	-
5	Hollevoet et al.	<ul style="list-style-type: none"> •contralaterale distale voorarm •heup •lumbale wervelkolom •ultra distale voorarm 	gemiddeld 1 maand (range: 0-3,5 maand) na fractuur	Hologic QDR 2000
6	Voigt et al.	<ul style="list-style-type: none"> •contralaterale radius 	maximaal 6 weken postoperatief	Hologic Discovery QDC Series

TABEL 5: overzicht methodiek

	Behandeling	Opdeling in groepen	Evaluatie:			Fractuurclassificatie	
			Klinisch	Radiologisch	Vragenlijsten		
1	Boymans et al.	gipsverband met/zonder gesloten reductie	trichotoom*	-	-	•DASH •mMAYO	AO
2	Choi et al.	palmaire plaat met hoekstabiele schroeven	dichotoom**	-	-	•DASH •MAYO	AO
3	Büyükkurt et al.	palmaire plaat met hoekstabiele schroeven	dichotoom**	-	-	•DASH •MAYO •Gartland and Werley	AO
4	FitzPatrick et al.	•55: palmaire plaat •7: dorsale plaat •2: palmaire en dorsale plaat	trichotoom*	•ROM ¹	•radiale inclinatie •palmaire tilt •radius lengte	•DASH	AO
5	Hollevoet et al.	•29: gesloten reductie met K-wires •5: gipsverband •4: palmaire plaat •2: gesloten reductie met gipsverband •1: externe fixateur	continu volgens BMD	•ROM ¹ •knijpkracht •pijn	•ulnaire variantie •palmaire tilt •radiale inclinatie	-	AO
6	Voigt et al.	palmaire plaat met hoekstabiele schroeven	trichotoom*	•ROM ¹ •knijpkracht	•radius lengte •ulnaire variantie •palmaire tilt •radiale inclinatie	•DASH •QAL	AO

* Normaal/osteopenie/osteoporose (volgens WHO definitie)

**osteoporose/geen osteoporose (volgens WHO definitie) ("osteopenie" wordt gerekend bij "geen osteoporose")

1: ROM: range of motion

4.3 Functionele resultaten:

Enkel Büyükkurt et al. (70) en FitzPatrick et al. (71) konden een statistisch significante correlatie tussen BMD en functionele resultaten a.d.h.v. vragenlijsten bekomen. Deze correlaties zijn in het vet aangeduid in tabel 6. Enkel Hollevoet et al. (72) konden een significante correlatie vinden tussen BMD en functionele fysieke variabelen; er werd een correlatie gevonden tussen BMD en knijpkracht, flexie-extensie range en pijn.

Alle onderzochte correlaties tussen BMD en functionele resultaten werden opgelijst in tabel 7. Hier is te zien dat de resultaten tussen de studies onderling zeer verschillend zijn.

TABEL 6: overzicht resultaten vragenlijsten

	DASH (Gemiddelden, uitz: Voigt et al. : mediaan)	mMayo score (gemiddelden)	QAL (gemiddelden)
1 Boymans et al.	•1: 20,6 (SD 23,7) •2 en 3: 20,5 (SD 21,3)	•1: 79 (SD: 18) •2 en 3: 80 (SD 11)	-
2 Choi et al. (gemiddelde bij laatste opvolging)	•1: 11,5 (SD 12,2) •2 en 3: 10,5 (SD 13,25)	•1: 79,0 (SD 14,04) •2 en 3: 82,6 (SD 13,1)	-
3 Büyükkurt et al.	•1: 32,5 (SD 8,41)* •2 en 3: 10,7 (SD 11,64)*	•1: 62,2 (SD 8,8)* •2 en 3: 84,4 (SD 15,5)*	-
4 Fitzpatrick et al. (12 maand postoperatief)	•1: 26 (SD 29)** •2: 11 (SD 12)** •3: weggelaten wegens klein aantal	-	-
5 Hollevoet et al.	-	-	-
6 Voigt et al. (mediaan op maand 12)	•1: 6 (range: 0-32) •2: 8 (range: 0-64) •3: 2 (range: 0-24)	-	•1: 8 (range: 6-10) •2: 8 (range: 3-10) •3: 9 (range: 5-10)

1: osteoporose (T-score $\leq -2,5$)

2: osteopenie (T-score $\in]-2,5; -1]$)

3: normgroep (T-score > -1)

*P < 0,05

**P < 0,01

(Niet gespecificeerd: P > 0,05)

TABEL 7: overzicht correlaties tussen BMD en functionele resultaten

1	Boymans et al.	Niet significant:	•Geen significante correlatie tussen functionele resultaten (DASH en mMAYO) en BMD (DASH p = 0,25, mMAYO p = 0,17).
2	Choi et al.	Niet significant:	•Geen significant verschil tussen groep 1 en groep 2 op vlak van DASH en modified MAYO scores (DASH p = 0,35; Modified Mayo p = 0,2). •Geen significante correlatie tussen de T-score en de functionele resultaten.
3	Büyükkurt et al.	Significant:	•Er is een significant verschil in zowel DASH als MAYO scores tussen groep 1 en groep 2 (p < 0,05).
		Niet significant:	•Geen significant verschil tussen groep 1 en groep 2 op vlak van de gewijzigde Gartland en Werley score (p > 0,05).
4	FitzPatrick et al.	Significant:	•Bij osteoporose was de DASH score significant hoger dan bij osteopenie (26 [SD:29] versus 11 [SD:12], p < 0,01) •Er was een statistisch significant verschil op vlak van hoge DASH scores (> 25) tussen osteoporose en osteopenie (7/20 vs 5/44, p = 0,03). •Leeftijd, CCI en osteoporose waren statistisch significante voorspellers van slechte DASH resultaten. ^A •Osteoporose en hoge CCI waren sterk positieve en statistisch significante onafhankelijke voorspellers van slechte functionele resultaten na een ORIF bij DRF. •Er was een statistisch significant hoger voorkomen van ernstige complicaties in de groep met osteoporose (4/20 versus 0/44, p = 0,008).
		Niet significant:	•Geen significant verschil tussen flexie, extensie, pronatie en supinatie tussen beide groepen. (p > 0,05) •Er was geen significant verschil op vlak van het voorkomen van complicaties tussen groep 1 en 2 (p = 0,09).
5	Hollevoet et al.	Significant:	•Er waren significante correlaties tussen BMD en knijpkracht (R = 0,56; p = 0,02), tussen BMD en flexie-extensie range (R = 0,78; p < 0,001) en tussen BMD en pijn (R = 0,56; p = 0,02).
6	Voigt et al.	Niet significant:	•Het bewegingsbereik verschilt (bij alle onderzochte variabelen) niet significant tussen de 3 groepen. (p > 0,05). •Er is geen significant verschil van knijpkracht (op alle onderzochte variabelen) tussen de 3 groepen. (p > 0,05). •Er is geen significant verschil in postoperatieve resultaten tussen de 3 groepen. (p > 0,05).

A: CCI: Charlson comorbidity index

Fitzpatrick et al. (71) kwamen tot de vaststelling dat vrouwen met osteoporose een DASH score hadden die 15 punten hoger was dan vrouwen met osteopenie. Deze DASH scores werden 12 maand postoperatief gemeten. Er werd gecorrigeerd op leeftijd, mechanisme van verwonding, ernst van de fractuur, aantal dagen tussen fractuur en operatie, Charlson comorbidity index (CCI), en voorgeschiedenis van eerdere fragiliteitsfracturen. Van de 20 patiënten met osteoporose hadden er 7 een DASH score van 25 of meer. Hiertegenover hadden slechts 5 van de 44 patiënten met osteopenie een DASH score van 25 of meer. Dit verschil was statistisch significant ($p = 0,03$).

Büyükkurt et al. (70) maakten naast de DASH en modified Mayo score ook gebruik van een variant van de Gartland and Werley score (*Sarmiento's modification of the Gartland and Werley score*). De resultaten van deze vragenlijst werden weggelaten in tabel 6. Dit omdat deze score, naast functionele resultaten, voor een groot deel beïnvloed wordt door radiologische parameters. Er was overigens geen significante correlatie te vinden tussen de BMD en deze gemodificeerde Gartland en Werley score. (70)

Voigt et al. maakten gebruik van de DASH score en de QAL-score. Bij de QAL score geeft de patiënt aan hoe hij zijn welbevinden inschat, met een score van 0 tot 10. Een score van 0 komt overeen met een totaal onaanvaardbaar welbevinden, terwijl een score van 10 overeenkomt met een zeer goed welbevinden. (73)

Boymans et al. (68), Choi et al. (69), Büyükkurt et al. (70) en Voigt et al. (73) vergeleken de radiologische parameters met de BMD. Enkel Choi et al. vonden een kleine, maar statistisch significante correlatie tussen de T-score en de verandering in palmaire tilt tussen de eerste postoperatieve positie en de positie ten tijde van de finale follow-up. Boymans et al., Büyükkurt et al. en Voigt et al. konden geen correlatie aantonen tussen de BMD en de onderzochte radiologische parameters.

Boymans et al. (68) vonden een significante correlatie tussen de functionele resultaten (a.d.h.v. de DASH en mMAYO score) en de RI. Choi et al. (69) vonden een significante, negatieve correlatie tussen de PT en de DASH score.

Hollevoet et al. (72) vonden een significante, negatieve correlatie tussen de BMD en de UV bij initiële preoperatieve radiografie. Bij deze preoperatieve radiografie

werden ook de PT en de RI vergeleken met de BMD, hierbij werd geen significante correlatie gevonden. Tijdens het helingsproces werd er geen enkele correlatie gevonden tussen de radiologische parameters en de BMD. Hollevoet et al. vonden wel een significante correlatie tussen de UV tijdens het fractuurgenezingsproces en pijn, flexie-extensie range en de BMD van de ultra distale radius.

Büyükkurt et al. (70) onderzochten het verschil tussen de radiologische parameters (a.d.h.v. Stewart's radiological criteria) tussen de osteoporose en de osteopenie groep. Hier werd geen significant verschil bekomen. Voigt et al. (73) vonden eveneens geen significante correlaties tussen radiologische parameters en de BMD. Ze onderzochten de RI, de PT, de UV en de radiuslengte bij osteoporose, osteopenie en de normaalgroep. Dit zowel 2 dagen postoperatief als 6 weken postoperatief. Fitzpatrick et al. (71) onderzochten de correlatie tussen de radiologische resultaten en de BMD niet. Deze opgesomde correlaties met radiologische parameters werden niet in tabel 7 opgenomen, daar ze buiten het hoofddoel van deze masterproef vallen.

Fitzpatrick et al. (71) en Voigt et al. (73) onderzochten de mogelijke correlatie tussen BMD en complicaties.

Fitzpatrick et al. stelden dat het voorkomen van complicaties gelijkaardig was bij osteoporose en osteopenie (10/20 versus 13/44 respectievelijk, $p=0,090$). Ze kwamen echter tot de vaststelling dat het aantal ernstige complicaties op significante wijze hoger was bij osteoporose dan bij osteopenie (4/20 versus 0/44 respectievelijk, $p = 0,008$).

Voigt et al. vonden geen significant verschil in het voorkomen van complicaties tussen osteoporose, osteopenie en de normgroep.

5 Discussie

5.1 Beperkingen

Er zijn een aantal beperkingen gelinkt aan de hoofdbronnen gebruikt voor deze masterproef. Er zijn om te beginnen maar 6 studies beschikbaar. De cumulatieve steekproefgrootte van deze studies bedraagt slechts 350.

Ook is het moeilijk om de resultaten tussen de verschillende studies onderling te vergelijken. De postoperatieve evaluatie wordt immers vaak verschillend beoordeeld. De evaluatiemethode, zowel klinisch als via de verschillende vragenlijsten, en de opvolgingstijd verschilt sterk.

Het zou interessant zijn om de antwoorden op de specifieke vragen van de vragenlijsten apart te kunnen beoordelen. Deze antwoorden werden bij geen enkele van de 6 onderzoeken vrijgegeven.

Een duidelijke bespreking van de complicaties en comorbiditeiten gebeurde enkel bij Fitzpatrick et al. (71) en Voigt et al. (73) Complicaties hebben een impact op de resultaten van de vragenlijsten. Het zou interessant zijn om de relatie tussen BMD en complicaties afzonderlijk en uitgebreid te bestuderen.

Er wordt vaak gebruik gemaakt van verschillende behandelingswijzen. Ook binnenin dezelfde studie worden soms verschillende technieken toegepast. Hollevoet et al. (72) gebruiken 5 verschillende technieken. Boymans et al. (68) en Fitzpatrick et al. (71) gebruiken varianten van dezelfde behandelingswijze. Dit zijn: gesloten reductie met/zonder gipsverband, en palmaire-/ dorsale-/ combinatieplaten respectievelijk.

Doordat deze studies een relatief kleine steekproefgrootte hebben, zorgen de verschillende types van behandelen voor een grotere heterogeniteit tussen de osteoporose, osteopenie en de normgroep. Dit kan tot bias leiden. Indien er een correlatie bestaat tussen een bepaalde patiëntenpopulatie en een behandelingswijze leidt dit tot selectiebias. Ook de postoperatieve resultaten kunnen verschillend zijn bij verschillende behandelingswijzen.

Het merendeel van deze studies zijn op een retrospectieve wijze uitgevoerd. Enkel Hollevoet et al. (72) en Voigt et al. (73) voerden hun studies op prospectieve wijze uit.

Boymans et al. (68) stellen dat hun patiënten, die in de categorie osteoporose geklasseerd werden, bisfosfonaten toegediend kregen om het botdemineralisatieproces te vertragen. De osteopenie patiënten kregen soms calcium, vit. D en hormoonvervangende therapie. Het is onduidelijk in welke mate dit een effect had op de resultaten van deze studie. In een *systematic review* van Molvik et al. wordt gesteld dat bisfosfonaten de hechtingstijd in een DRF op een significante wijze verhogen. (77) In een review van Goldhahn et al. wordt gesteld dat een behandeling met bisfosfonaten, na het oplopen van een fractuur, het helingsproces van deze fractuur niet vertraagt. Ook indien deze farmacologische behandeling in de periode onmiddellijk na de operatie gestart wordt. Lokale of systematische toediening van bisfosfonaten kan de schroefverankering van osteosynthesen verbeteren. Er is geen zekerheid over de impact van een bisfosfonaatbehandeling op het genezingsproces van een fractuur, indien deze medicatie prior het oplopen van de fractuur toegediend wordt. (78)

Büyükkurt et al. (70) vermelden dat de patiënten die osteoporose hadden (groep 1) behandeld werden met bisfosfonaten, calcium en vitamine D.

Fitzpatrick et al. (71) vermelden dat een aantal patiënten bisfosfonaten namen ten tijde van het oplopen van de fractuur. De verdeling was disproportioneel tussen de osteoporose en osteopenie groep (7/20 versus 2/44 respectievelijk). Ook het gebruik van vitamine D, calcium en hormoonvervangende therapie prior tot de fractuur is disproportioneel in beide groepen. Bij de multiple lineaire regressie werden deze *confounding factors* niet in rekening gebracht, er is sprake van selectie bias.

In de overige studies wordt niets vermeld over het al dan niet toedienen van bisfosfonaten aan de deelnemende patiënten. Er wordt ook niets vermeld over het al dan niet excluderen van patiënten die een dergelijke farmacologische behandeling volgen.

Er kunnen ook enkele opmerkingen gemaakt worden omtrent de gebruikte statistiek bij vele van deze studies. Zo wordt in 5 van de 6 studies gebruik gemaakt van categorisatie. Enkel Hollevoet et al. (72) maakten gebruik van continue variabelen in hun statistiek. De T-waarde wordt bij de overige studies gecategoriseerd in osteoporose, osteopenie en een normgroep. Hieraan zijn verschillende problemen gelinkt. Wanneer men gebruik maakt van continue variabelen behoudt men zoveel

mogelijk informatie. Royston et al. stellen dat men bij voorkeur gebruik moet maken van continue variabelen op een continue schaal, waardoor de statistische *power* behouden wordt. (79)

Door de lage steekproefgrootte bij deze studies is het niet wenselijk om de power nog meer te verlagen. Er werd overigens enkel een power analyse uitgevoerd bij Choi et al. (69) en Fitzpatrick et al. (71). Vooral in het kader van een niet significant resultaat kan het aangewezen zijn om de post-hoc power te berekenen. (80)

Het is niet altijd duidelijk waarom er voor categorisatie gekozen wordt. Fitzpatrick et al. (71) geven aan, dat de T-score niet bij alle patiënten gerapporteerd werd, waardoor er een noodzaak was tot categorisatie.

Hoewel het risico op fractuur niet enkel gelinkt is aan BMD (4), is het wel zo dat de relatie tussen BMD en fractuurrisico een continuüm is. (81) Hierdoor is het dus niet opportuun om deze BMD te categoriseren. Het is echter wel belangrijk om de BMD a.d.h.v. de T-score te beschrijven, i.t.t. het directe DXA resultaat in g/cm^2 , wanneer men verschillende studies met elkaar wil vergelijken. Er is immers een groot verschil tussen de resultaten van de verschillende DXA apparaten. De T-score wordt bepaald aan de hand van de BMD van de standaard jonge genderspecifieke populatie, gemeten met hetzelfde type toestel. (81) De grote variabiliteit tussen de verschillende types DXA toestellen heeft als gevolg dat de resultaten tussen de studies onderling opnieuw moeilijk te vergelijken zijn. Enkel Büyükkurt et al. (70) en Fitzpatrick et al. (71) gaven niet aan welk apparaat gebruikt werd. Alle andere studies gebruikten een *Hologic* toestel (zie tabel 4).

Over de locatie van de BMD meting in het kader van een DRF is er controverse. Voigt et al. (73) stellen dat de BMD best gemeten wordt in de contralaterale pols. Ze stellen dat dit een betere weerspiegeling geeft van de lokale densiteit dan een meting t.h.v. de wervel. Overigens waren Voigt et al. (73) de enige die hun studieresultaten baseerden op DXA metingen die enkel gemeten waren ter hoogte van de contralaterale pols. De overige studies gebruikten als meetpunt één van, of een combinatie van de lumbale wervelkolom, contralaterale pols, proximale femur en heup (zie tabel 4).

Boymans et al. (68) verduidelijkten hun keuze om niet de contralaterale DR als meetpunt te gebruiken. Ze stellen dat de BMD ter hoogte van een fractuur niet

meetbaar is. Eveneens citeren ze dat de botdensiteit van de dominante pols significant hoger is dan de niet dominante hand. Hieruit concluderen ze dat het niet aangeraden is om de botdensiteit in de contralaterale pols te meten. Verder wordt er gesteld dat osteoporose een systeemziekte is, waardoor metingen ter hoogte van de heup en de lumbale wervelkolom aanvaardbare metingen zijn in het kader van een DRF.

5.2 Bevindingen

5.2.1 Algemeen

In deze masterproef werd een literatuurstudie uitgevoerd om te onderzoeken of osteoporose een invloed heeft op de functionele resultaten na DRF's. Hierbij werden zes hoofdbronnen gevonden waarin de correlatie tussen de botdensiteit en de functionele resultaten 12 maand postoperatief onderzocht werden. Er was een grote variatie in de resultaten van deze studies.

Drie van de zes publicaties (Boymans et al., Choi et al. en Voigt et al.) (68, 69, 73) vonden geen enkele correlatie tussen de BMD en de gebruikte parameters voor functionele resultaten. Hollevoet et al. (72) vonden verschillende correlaties tussen de BMD en de klinische functionele resultaten. Deze betroffen knijpkracht, pijn en flexie-extensie range. Büyükkurt et al. (70) en Fitzpatrick et al. (71) vonden een correlatie tussen de BMD en de functionele resultaten a.d.h.v. vragenlijsten. Deze betroffen de DASH en MAYO score, en de DASH score respectievelijk.

Zoals in 5.1 uitvoerig besproken, zijn er een heel aantal beperkingen aan deze bronnen verbonden. De belangrijkste beperkingen zijn de kleine steekproefgrote in combinatie met een vaak retrospectieve opbouw en een omzetting naar categorische variabelen. Ook het gebruik van bisfosfonaten en andere anti-osteoporotische medicatie in sommige studies, specifiek en enkel in de osteoporosegroepen toegepast, kan een directe impact hebben op het functioneel eindresultaat.

Door deze beperkingen en de zeer uiteenlopende resultaten is het zeer moeilijk om een definitieve conclusie te vormen. Meer onderzoek is noodzakelijk.

Fitzpatrick et al. (71) stellen dat het verschil in DASH scores tussen de osteoporotische en osteopenische groep in hun studie mogelijk te verklaren zijn door een aantal stellingen. Zo stellen ze dat het mogelijk is dat patiënten met osteoporose meer pijn ervaren na het oplopen van een fractuur. Meer dan 65% in variëteit tussen verschillende DASH scores is veroorzaakt door een verschil in pijnscore. Pijn is de

belangrijkste factor in de persoonlijke inschatting van herstel bij operatief behandelde DRF's. (71)

Ze stellen eveneens dat de hogere DASH scores in de osteoporotische groep te verklaren kan zijn aan een hoger aantal complicaties. In hun studie kwamen alle ernstige complicaties voor in de osteoporotische groep. Ze stellen dat de link tussen osteoporose en complicaties nog steeds controversieel is en er aanvullende studies noodzakelijk zijn. (71)

Het is belangrijk om het onderscheid te maken tussen een statistisch relevant verschil en een klinisch relevant verschil. Indien de steekproefgrootte groot genoeg is kan men voor een zeer klein (mogelijks irrelevant) klinisch verschil een statistische significantie bekomen. Om een klinische relevantie te duiden moet men beschikken over een geschikte klinische drempelwaarde. (80) Een vereist verschil in DASH score kan een voorbeeld zijn van een dergelijke drempelwaarde. Het is echter niet eenvoudig om drempelwaarden te definiëren in het kader van vragenlijsten of functionele resultaten. Dit wordt ook weerspiegeld in de gebruikte bronnen. Fitzpatrick et al. (71) stelt dat er geen consensus is omtrent de drempelwaarden bij de DASH score. Ze definiëren een score van < 25 als slecht. Choi et al. (69) kopieerden dezelfde grenswaarde in navolging van Fitzpatrick et al. Hierdoor ontstaat een arbitraire grenswaarde die nooit grondig onderbouwd werd.

Büyükkurt et al. (70) delen de resultaten van zowel de gemodificeerde Gartland en Werley score, de radiologische Steward criteria en de MAYO score in twee groepen in. Er wordt onderverdeeld in zeer goed tot goed, en matig tot slecht. Hierbij wordt niet verduidelijkt welke grenswaarden gehanteerd werden. Ook op basis van welke gegevens deze waarden gespecificeerd zijn wordt niet vermeld.

Indien men de correlatie tussen de BMD en de functionele resultaten na een DRF wil onderzoeken dient men rekening te houden met een aantal aandachtspunten. Een RCT is in een dergelijke setting onethisch, hierdoor is een observationele (cohort)studie aangewezen. De steekproefgrootte dient voldoende groot te zijn, dit kan a.d.h.v. een power-analyse berekend worden. De BMD dient na het oplopen van de fractuur bepaald te worden a.d.h.v. een DXA scan, op een uniforme wijze tussen alle patiënten onderling. Men dient erop te letten dat de meting op hetzelfde anatomisch meetpunt

gebeurt, dat hetzelfde type scanner gebruikt wordt en dat dezelfde referentiewaarden gebruikt worden om de T-score te bepalen. De BMD dient in T-scores beschreven te worden. Deze T-scores worden best op een continue manier statistisch verwerkt. Er moet uitgebreid gecontroleerd worden als er geen *confounding factors* zijn. Voorbeelden van dergelijke factoren zijn: leeftijd, geslacht, fractuurtype (AO-classificatie), BMI, socio-economische status, gezondheidstoestand, gebruik van anti-osteoporotische farmaca, tijd tussen oplopen fractuur en behandeling, en de omstandigheden waarin de fractuur opgelopen werd.

De functionele resultaten dienen op verschillende tijdstippen postoperatief beschreven te worden, met een voldoende lange follow-up periode. Men kan de functionele resultaten beschrijven aan de hand van functioneel klinische resultaten en aan de hand van gevalideerde vragenlijsten, zoals de DASH score.

5.2.2 Behandelingswijzen

Er is geen consensus omtrent de optimale behandeling voor DRF's bij patiënten met osteoporose. Vaak zijn deze fracturen vergruisd en gefragmenteerd. (8, 9, 82) Het is daarom niet eenvoudig om de keuze te maken tussen een conservatieve en een chirurgische behandeling. De behandelingsopties zijn uiteenlopend en blijven een onderwerp van debat. De beslissing is vaak gebaseerd op data bekomen bij de behandeling van jonge patiënten. (9)

De verankeringskracht van schroeven is direct gecorreleerd aan de botdensiteit. (83) Deze verminderde verankering zorgt voor een groter risico op verlies van de osteosynthese tijdens de helingsperiode. Deze eigenschap is echter niet bevestigd a.d.h.v. klinische studies. Er zijn prospectieve studies nodig om de experimenteel bewezen correlatie tussen lokale botstatus en het risico op botverankeringsverlies in een klinische context aan te tonen. (84)

Vroeger werden DRF's bij ouderen behandeld met een gesloten reductie met gipsimmobilisatie. (82) Bij onstabiele fractuurpatronen slaagt gipsimmobilisatie er niet in om een fractuurreductie te behouden tot de fractuur herenigd is. Dit leidt tot een *malunion* bij meer dan 50% van de gevallen. (9) Het gebruik van ORIF met hoekstabiele schroeven is aan het toenemen. Dit ondanks een gebrek aan grootschalige RCT's die palmaire osteosynthesen met hoekstabiele schroeven vergelijken met andere behandelingswijzen bij oudere patiënten. Er zijn enkele

aanwijzingen dat de resultaten van palmaire osteosynthesen met hoekstabiele schroeven even goed zijn bij oude als bij jonge patiënten. Er ontbreekt echter voldoende bewijs om aan te tonen dat de verbeteringen in resultaat een rechtvaardiging zijn van deze duurdere en meer invasieve behandeling. (82)

In een review van Chung et al. werd de behandeling van DRF's in patiënten ouder dan 60 jaar onderzocht. De onderzochte technieken waren: palmaire plaatosteosynthese met hoekstabiele schroeven, overbruggende externe fixatie, niet overbruggende externe fixatie, K-wires en immobilisatie met een gipsverband. Bij immobilisatie met gipsverband werd een slechter radiologisch resultaat bekomen. De functionele resultaten bij conservatief behandelde fracturen, waren echter niet verschillend van de functionele resultaten bij chirurgisch behandelde fracturen. (85)

Ook Hollevoet et al. kwamen tot de conclusie dat patiënten met een operatief behandelde DRF een beter resultaat kunnen bekomen op radiologisch vlak. Er werd gesteld dat immobilisatie met een gipsverband echter voldoende is voor patiënten die minder eisend zijn op functioneel vlak. De anatomische restoratie is bij hen niet meer gecorreleerd aan de functionele resultaten. (86) Een groot aandeel van de oudere populatie met lage functionele eisen kunnen misvormingen en dysfuncties van de pols, in navolging van een fractuur, aanvaarden. (9)

6 Referentielijst

1. Hernlund E, Svedbom A, Ivergard M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Archives of osteoporosis*. 2013;8(1-2):136.
2. Pesce V, Speciale D, Sammarco G, Patella S, Spinarelli A, Patella V. Surgical approach to bone healing in osteoporosis. *Clinical cases in mineral and bone metabolism : the official journal of the Italian Society of Osteoporosis, Mineral Metabolism, and Skeletal Diseases*. 2009;6(2):131-5.
3. Rachner TD, Khosla S, Hofbauer LC. Osteoporosis: now and the future. *Lancet*. 2011;377(9773):1276-87.
4. Silva BC, Leslie WD, Resch H, Lamy O, Lesnyak O, Binkley N, et al. Trabecular bone score: a noninvasive analytical method based upon the DXA image. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2014;29(3):518-30.
5. Chen CW, Huang TL, Su LT, Kuo YC, Wu SC, Li CY, et al. Incidence of subsequent hip fractures is significantly increased within the first month after distal radius fracture in patients older than 60 years. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2013;74(1):317-21.
6. Giannoudis P, Tzioupis C, Almalki T, Buckley R. Fracture healing in osteoporotic fractures: is it really different? A basic science perspective. *Injury*. 2007;38 Suppl 1:S90-9.
7. Slagel BE, Luenam S, Pichora DR. Management of post-traumatic malunion of fractures of the distal radius. *The Orthopedic clinics of North America*. 2007;38(2):203-16, vi.
8. Gehrman SV, Windolf J, Kaufmann RA. Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review. *The Journal of hand surgery*. 2008;33(3):421-9.
9. Arora R, Gabl M, Erhart S, Schmidle G, Dallapozza C, Lutz M. Aspects of current management of distal radius fractures in the elderly individuals. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation*. 2011;2(5-6):187-94.
10. Padegimas EM, Osei DA. Erratum to: Evaluation and treatment of osteoporotic distal radius fracture in the elderly patient. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2013;6(2):205.
11. Porrino JA, Jr., Maloney E, Scherer K, Mulcahy H, Ha AS, Allan C. Fracture of the distal radius: epidemiology and premanagement radiographic characterization. *AJR American journal of roentgenology*. 2014;203(3):551-9.
12. Padegimas EM, Osei DA. Evaluation and treatment of osteoporotic distal radius fracture in the elderly patient. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2013;6(1):41-6.
13. Shauver MJ, Yin H, Banerjee M, Chung KC. Current and future national costs to medicare for the treatment of distal radius fracture in the elderly. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(8):1282-7.
14. Figl M, Weninger P, Jurkowitsch J, Hofbauer M, Schauer J, Leixnering M. Unstable distal radius fractures in the elderly patient--volar fixed-angle plate osteosynthesis prevents secondary loss of reduction. *The Journal of trauma*. 2010;68(4):992-8.
15. D'Elia G, Caracchini G, Cavalli L, Innocenti P. Bone fragility and imaging techniques. *Clinical cases in mineral and bone metabolism : the official journal of the Italian Society of Osteoporosis, Mineral Metabolism, and Skeletal Diseases*. 2009;6(3):234-46.
16. Middleton RG, Shabani F, Uzoigwe CE, Shoaib A, Moqith M, Venkatesan M. FRAX and the assessment of the risk of developing a fragility fracture. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2012;94(10):1313-20.
17. Roux S, Cabana F, Carrier N, Beaulieu M, April PM, Beaulieu MC, et al. The World Health Organization Fracture Risk Assessment Tool (FRAX) underestimates incident and recurrent fractures in consecutive patients with fragility fractures. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2014;99(7):2400-8.
18. Sroga GE, Vashishth D. Effects of bone matrix proteins on fracture and fragility in osteoporosis. *Current osteoporosis reports*. 2012;10(2):141-50.
19. Friedman AW. Important determinants of bone strength: beyond bone mineral density. *Journal of clinical rheumatology : practical reports on rheumatic & musculoskeletal diseases*. 2006;12(2):70-7.
20. Majumdar S, Genant HK, Grampp S, Newitt DC, Truong VH, Lin JC, et al. Correlation of trabecular bone structure with age, bone mineral density, and osteoporotic status: in vivo studies in the distal radius using high resolution magnetic resonance imaging. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 1997;12(1):111-8.
21. An overview of osteoporosis. *Lancet*. 1982;2(8295):423-4.

22. Firoozabadi R, Morshed S, Engelke K, Prevrhal S, Fierlinger A, Miclau T, 3rd, et al. Qualitative and quantitative assessment of bone fragility and fracture healing using conventional radiography and advanced imaging technologies--focus on wrist fracture. *Journal of orthopaedic trauma*. 2008;22(8 Suppl):S83-90.
23. Yamamoto T, Otani T, Hagino H, Katagiri H, Okano T, Mano I, et al. Measurement of human trabecular bone by novel ultrasonic bone densitometry based on fast and slow waves. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2009;20(7):1215-24.
24. Licata AA. Bone density, bone quality, and FRAX: changing concepts in osteoporosis management. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2013;208(2):92-6.
25. Mueller TL, Stauber M, Kohler T, Eckstein F, Muller R, van Lenthe GH. Non-invasive bone competence analysis by high-resolution pQCT: an in vitro reproducibility study on structural and mechanical properties at the human radius. *Bone*. 2009;44(2):364-71.
26. Langton CM, Pisharody S, Keyak JH. Generation of a 3D proximal femur shape from a single projection 2D radiographic image. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2009;20(3):455-61.
27. Ashe MC, Khan KM, Kontulainen SA, Guy P, Liu D, Beck TJ, et al. Accuracy of pQCT for evaluating the aged human radius: an ashing, histomorphometry and failure load investigation. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2006;17(8):1241-51.
28. Kalpakcioglu BB, Engelke K, Genant HK. Advanced imaging assessment of bone fragility in glucocorticoid-induced osteoporosis. *Bone*. 2011;48(6):1221-31.
29. Burghardt AJ, Kazakia GJ, Link TM, Majumdar S. Automated simulation of areal bone mineral density assessment in the distal radius from high-resolution peripheral quantitative computed tomography. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2009;20(12):2017-24.
30. Burghardt AJ, Buie HR, Laib A, Majumdar S, Boyd SK. Reproducibility of direct quantitative measures of cortical bone microarchitecture of the distal radius and tibia by HR-pQCT. *Bone*. 2010;47(3):519-28.
31. Liu XS, Cohen A, Shane E, Yin PT, Stein EM, Rogers H, et al. Bone density, geometry, microstructure, and stiffness: Relationships between peripheral and central skeletal sites assessed by DXA, HR-pQCT, and cQCT in premenopausal women. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2010;25(10):2229-38.
32. Raum K, Grimal Q, Varga P, Barkmann R, Gluer CC, Laugier P. Ultrasound to assess bone quality. *Current osteoporosis reports*. 2014;12(2):154-62.
33. Ilyas AM, Jupiter JB. Distal radius fractures--classification of treatment and indications for surgery. *The Orthopedic clinics of North America*. 2007;38(2):167-73, v.
34. Xarchas KC, Verettas DA, Kazakos KJ. Classifying fractures of the distal radius: impossible or unnecessary? Review of the literature and proposal of a grouping system. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*. 2009;15(3):RA67-74.
35. van Leerdam RH, Souer JS, Lindenhovius AL, Ring DC. Agreement between Initial Classification and Subsequent Reclassification of Fractures of the Distal Radius in a Prospective Cohort Study. *Hand*. 2010;5(1):68-71.
36. Ipaktchi K, Livermore M, Lyons C, Banegas R. Current concepts in the treatment of distal radial fractures. *Orthopedics*. 2013;36(10):778-84.
37. Kvernmo HD, Krukhaug Y. Treatment of distal radius fractures. *Tidsskrift for den Norske laegeforening : tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke*. 2013;133(4):405-11.
38. Meena S, Sharma P, Sambharia AK, Dawar A. Fractures of distal radius: an overview. *Journal of family medicine and primary care*. 2014;3(4):325-32.
39. Belloti JC, Tamaoki MJ, Franciozi CE, Santos JB, Balbachevsky D, Chap Chap E, et al. Are distal radius fracture classifications reproducible? Intra and interobserver agreement. *Sao Paulo medical journal = Revista paulista de medicina*. 2008;126(3):180-5.
40. Dimitriou R, Jones E, McGonagle D, Giannoudis PV. Bone regeneration: current concepts and future directions. *BMC medicine*. 2011;9:66.
41. Phillips AM. Overview of the fracture healing cascade. *Injury*. 2005;36 Suppl 3:S5-7.
42. Beckmann R, Tohidnezhad M, Lichte P, Wruck CJ, Jahr H, Pape HC, et al. [New from old : relevant factors for fracture healing in aging bone]. *Der Orthopade*. 2014;43(4):298-305.

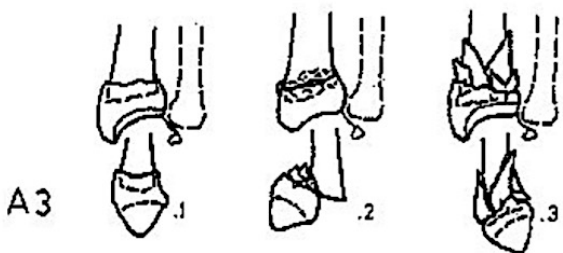
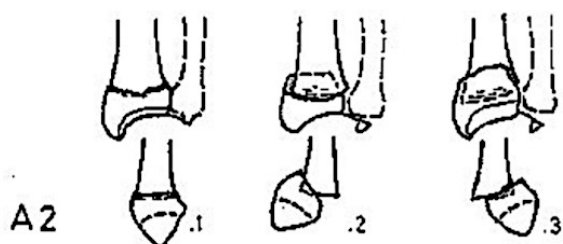
43. Cortet B. Bone repair in osteoporotic bone: postmenopausal and cortisone-induced osteoporosis. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2011;22(6):2007-10.
44. Namkung-Matthai H, Appleyard R, Jansen J, Hao Lin J, Maastricht S, Swain M, et al. Osteoporosis influences the early period of fracture healing in a rat osteoporotic model. *Bone*. 2001;28(1):80-6.
45. Ring D, Jupiter JB. Treatment of osteoporotic distal radius fractures. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2005;16 Suppl 2:S80-4.
46. Kodama N, Takemura Y, Ueba H, Imai S, Matsusue Y. Acceptable parameters for alignment of distal radius fracture with conservative treatment in elderly patients. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association*. 2014;19(2):292-7.
47. Laino DK, Tejwani N. Indications for operative fixation of distal radius fractures: a review of the evidence. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*. 2012;70(1):35-40.
48. Obert L, Rey PB, Uhring J, Gasse N, Rochet S, Lepage D, et al. Fixation of distal radius fractures in adults: a review. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*. 2013;99(2):216-34.
49. Vargaonkar G. Distal end radius fractures: evaluation of results of various treatments and assessment of treatment choice. *Chinese journal of traumatology = Zhonghua chuang shang za zhi / Chinese Medical Association*. 2014;17(4):214-9.
50. Foote JE, Rozental TD. Osteoporosis and upper extremity fragility fractures. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(1):165-7.
51. Dijkman BG, Sprague S, Schemitsch EH, Bhandari M. When is a fracture healed? Radiographic and clinical criteria revisited. *Journal of orthopaedic trauma*. 2010;24 Suppl 1:S76-80.
52. Wilcke MK, Abbaszadegan H, Adolphson PY. Patient-perceived outcome after displaced distal radius fractures. A comparison between radiological parameters, objective physical variables, and the DASH score. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*. 2007;20(4):290-8; quiz 9.
53. Schoneveld K, Wittink H, Takken T. Clinimetric evaluation of measurement tools used in hand therapy to assess activity and participation. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*. 2009;22(3):221-35; quiz 36.
54. Changulani M, Okonkwo U, Keswani T, Kalairajah Y. Outcome evaluation measures for wrist and hand: which one to choose? *International orthopaedics*. 2008;32(1):1-6.
55. Souer JS, Lozano-Calderon SA, Ring D. Predictors of wrist function and health status after operative treatment of fractures of the distal radius. *The Journal of hand surgery*. 2008;33(2):157-63.
56. Gartland JJ, Jr., Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1951;33-A(4):895-907.
57. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP, 3rd, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *The Journal of hand surgery*. 1989;14(4):679-87.
58. Slutsky DJ. Outcomes assessment in wrist surgery. *J Wrist Surg*. 2013;2(1):1-4.
59. Kumar S, Penematsa S, Sadri M, Deshmukh SC. Can radiological results be surrogate markers of functional outcome in distal radial extra-articular fractures? *International orthopaedics*. 2008;32(4):505-9.
60. Karnezis IA, Fragkiadakis EG. Association between objective clinical variables and patient-rated disability of the wrist. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2002;84(7):967-70.
61. MacDermid JC, Richards RS, Donner A, Bellamy N, Roth JH. Responsiveness of the short form-36, disability of the arm, shoulder, and hand questionnaire, patient-rated wrist evaluation, and physical impairment measurements in evaluating recovery after a distal radius fracture. *The Journal of hand surgery*. 2000;25(2):330-40.
62. Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007;89(9):2051-62.
63. The DASH outcome measure Toronto: Institute for Work & Health; 2006 [updated 23 februari 2016. Available from: <http://dash.iwh.on.ca/>.
64. Hoang-Kim A, Pegreff F, Moroni A, Ladd A. Measuring wrist and hand function: common scales and checklists. *Injury*. 2011;42(3):253-8.
65. Braziulis K, Rimdeika R, Kregzdyte R, Tarasevicius S. Associations between the fracture type and functional outcomes after distal radial fractures treated with a volar locking plate. *Medicina*. 2013;49(9):399-402.

66. Bhattacharyya R, Morgan BS, Mukherjee P, Royston S. Distal radial fractures: the significance of the number of instability markers in management and outcome. *The Iowa orthopaedic journal*. 2014;34:118-22.
67. Mehta SP, MacDermid JC, Richardson J, MacIntyre NJ, Grewal R. A systematic review of the measurement properties of the patient-rated wrist evaluation. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2015;45(4):289-98.
68. Boymans TA, van Helden S, Kessels A, Ten Broeke R, Brink PR. Bone Mineral Density is Not Correlated with One-Year Functional Outcome in Distal Radial Fractures: A Preliminary Study. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*. 2009;35(3):281-6.
69. Choi WS, Lee HJ, Kim DY, Lee CH, Lee BG, Kim JH, et al. Does osteoporosis have a negative effect on the functional outcome of an osteoporotic distal radial fracture treated with a volar locking plate? *The bone & joint journal*. 2015;97-B(2):229-34.
70. Buyukkurt CD, Bulbul M, Ayanoglu S, Esenyel CZ, Ozturk K, Gurbuz H. The effects of osteoporosis on functional outcome in patients with distal radius fracture treated with plate osteosynthesis. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2012;46(2):89-95.
71. Fitzpatrick SK, Casemyr NE, Zurakowski D, Day CS, Rozental TD. The effect of osteoporosis on outcomes of operatively treated distal radius fractures. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(10):2027-34.
72. Hollevoet N, Verdonk R. Outcome of distal radius fractures in relation to bone mineral density. *Acta orthopaedica Belgica*. 2003;69(6):510-4.
73. Voigt C, Plesz A, Jensen G, Katthagen C, Lill H. [Volar locking plating for distal radial fractures. Is osteoporosis associated with poorer functional results and higher complications rates?]. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*. 2012;83(5):463-71.
74. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. 1998;52(6):377-84.
75. Deeks JJ, Dinnes J, D'Amico R, Sowden AJ, Sakarovich C, Song F, et al. Evaluating non-randomised intervention studies. *Health Technol Assess*. 2003;7(27):iii-x, 1-173.
76. Burns PB, Rohrich RJ, Chung KC. The levels of evidence and their role in evidence-based medicine. *Plast Reconstr Surg*. 2011;128(1):305-10.
77. Molvik H, Khan W. Bisphosphonates and their influence on fracture healing: a systematic review. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2015;26(4):1251-60.
78. Goldhahn J, Feron JM, Kanis J, Papapoulos S, Reginster JY, Rizzoli R, et al. Implications for fracture healing of current and new osteoporosis treatments: an ESCEO consensus paper. *Calcif Tissue Int*. 2012;90(5):343-53.
79. Royston P, Sauerbrei W. Interaction of treatment with a continuous variable: simulation study of significance level for several methods of analysis. *Stat Med*. 2013;32(22):3788-803.
80. De Moor G, Van Maele G. *Inleiding tot de biomedische statistiek*. tweede, herziene druk ed. Leuven: Acco; 2009.
81. Binkley N, Adler R, Bilezikian JP. Osteoporosis diagnosis in men: the T-score controversy revisited. *Current osteoporosis reports*. 2014;12(4):403-9.
82. Diaz-Garcia RJ, Oda T, Shauver MJ, Chung KC. A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(5):824-35 e2.
83. Ramaswamy R, Evans S, Kosashvili Y. Holding power of variable pitch screws in osteoporotic, osteopenic and normal bone: are all screws created equal? *Injury*. 2010;41(2):179-83.
84. Goldhahn J, Suhm N, Goldhahn S, Blauth M, Hanson B. Influence of osteoporosis on fracture fixation—a systematic literature review. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2008;19(6):761-72.
85. Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD. Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2009;91(8):1868-73.
86. Hollevoet N, Verdonk R, Kaufman JM, Goemaere S. Osteoporotic fracture treatment. *Acta orthopaedica Belgica*. 2011;77(4):441-7.

7 Bijlagen

Bijlage 1: AO-classificatie

A = Extra-articular fracture



A1 Extra-articular fracture, of ulna, radius intact

- .1 styloid process
- .2 metaphyseal simple
- .3 metaphyseal multifragmentary

A2 Extra-articular fracture, of radius, simple & impacted

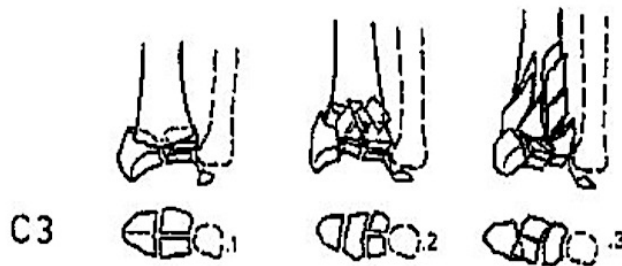
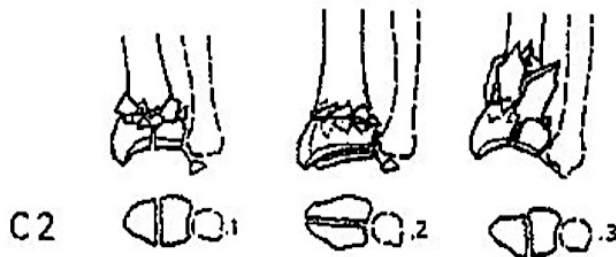
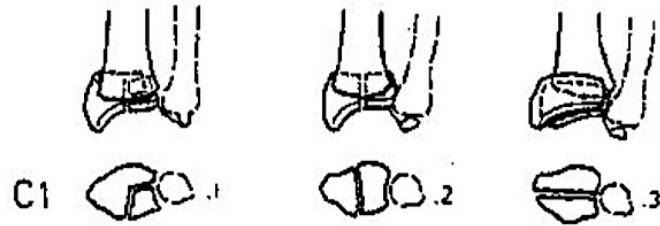
- .1 without any tilt
- .2 with dorsal tilt (Pouteau-Colles)
- .3 with volar tilt (Goyrand-Smith)

A3 Extra-articular fracture, of radius, multifragmentary

- .1 impacted with axial shortening
- .2 with a wedge
- .3 complex

vervolgd

C = Complete-articular fracture



C1 Complete articular fracture, of radius,
articular simple, metaphyseal simple
.1 posteromedial articular fragment
.2 sagittal articular fracture line
.3 frontal articular fracture line

C2 Complete articular fracture, of radius,
articular simple, metaphyseal multifragmentary
.1 sagittal articular fracture line
.2 frontal articular fracture line
.3 extending into diaphysis

C3 Complete articular fracture, of radius, multifragmentary
.1 metaphyseal simple
.2 metaphyseal multifragmentary
.3 extending into diaphysis

Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. Consistency of AO fracture classification for the distal radius. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1996;78(5):726-31.

BIJLAGE 2: modified MAYO wrist score

Categories	Score	Findings
Pain (25 points)	25	No pain
	20	Mild pain with vigorous activities
	20	Pain only with weather changes
	15	Moderate pain with vigorous activities
	10	Mild pain with daily activities
	5	Moderate pain with daily activities
	0	Pain at rest
Satisfaction (25 points)	25	Very satisfied
	20	Moderately satisfied
	10	No satisfied, but working
	0	No satisfied, unable to work
Range of motion (25 points)	25	100% percentage of normal
	15	75–99% percentage of normal
	10	50–74% percentage of normal
	5	25–49% percentage of normal
	0	0–24% percentage of normal
Grip strength (25 points)	15	75–99% percentage of normal
	10	50–74% percentage of normal
	5	25–49% percentage of normal
	0	0–24% percentage of normal
Final result (total points)	90–100	Excellent
	80–89	Good
	65–79	Fair
	<65	Poor

Rashed RE. The use of pedicled vascularized bone graft from the dorsum of distal radius for the treatment of scaphoid nonunion. Egypt Orthop J 2015;50:187-94

Bijlage 3: DASH score

Please rate your ability to do the following activities in the last week by circling the number below the appropriate response.

	NO DIFFICULTY	MILD DIFFICULTY	MODERATE DIFFICULTY	SEVERE DIFFICULTY	UNABLE
1. Open a tight or new jar.	1	2	3	4	5
2. Write.	1	2	3	4	5
3. Turn a key.	1	2	3	4	5
4. Prepare a meal.	1	2	3	4	5
5. Push open a heavy door.	1	2	3	4	5
6. Place an object on a shelf above your head.	1	2	3	4	5
7. Do heavy household chores (e.g., wash walls, wash floors).	1	2	3	4	5
8. Garden or do yard work.	1	2	3	4	5
9. Make a bed.	1	2	3	4	5
10. Carry a shopping bag or briefcase.	1	2	3	4	5
11. Carry a heavy object (over 10 lbs).	1	2	3	4	5
12. Change a lightbulb overhead.	1	2	3	4	5
13. Wash or blow dry your hair.	1	2	3	4	5
14. Wash your back.	1	2	3	4	5
15. Put on a pullover sweater.	1	2	3	4	5
16. Use a knife to cut food.	1	2	3	4	5
17. Recreational activities which require little effort (e.g., cardplaying, knitting, etc.).	1	2	3	4	5
18. Recreational activities in which you take some force or impact through your arm, shoulder or hand (e.g., golf, hammering, tennis, etc.).	1	2	3	4	5
19. Recreational activities in which you move your arm freely (e.g., playing frisbee, badminton, etc.).	1	2	3	4	5
20. Manage transportation needs (getting from one place to another).	1	2	3	4	5
21. Sexual activities.	1	2	3	4	5

vervolgd

	NOT AT ALL	SLIGHTLY	MODERATELY	QUITE A BIT	EXTREMELY
22. During the past week, to <i>what extent</i> has your arm, shoulder or hand problem interfered with your normal social activities with family, friends, neighbours or groups? (circle number)	1	2	3	4	5

	NOT LIMITED AT ALL	SLIGHTLY LIMITED	MODERATELY LIMITED	VERY LIMITED	UNABLE
23. During the past week, were you limited in your work or other regular daily activities as a result of your arm, shoulder or hand problem? (circle number)	1	2	3	4	5

Please rate the severity of the following symptoms in the last week. (circle number)

	NONE	MILD	MODERATE	SEVERE	EXTREME
24. Arm, shoulder or hand pain.	1	2	3	4	5
25. Arm, shoulder or hand pain when you performed any specific activity.	1	2	3	4	5
26. Tingling (pins and needles) in your arm, shoulder or hand.	1	2	3	4	5
27. Weakness in your arm, shoulder or hand.	1	2	3	4	5
28. Stiffness in your arm, shoulder or hand.	1	2	3	4	5

	NO DIFFICULTY	MILD DIFFICULTY	MODERATE DIFFICULTY	SEVERE DIFFICULTY	SO MUCH DIFFICULTY THAT I CAN'T SLEEP
29. During the past week, how much difficulty have you had sleeping because of the pain in your arm, shoulder or hand? (circle number)	1	2	3	4	5

	STRONGLY DISAGREE	DISAGREE	NEITHER AGREE NOR DISAGREE	AGREE	STRONGLY AGREE
30. I feel less capable, less confident or less useful because of my arm, shoulder or hand problem. (circle number)	1	2	3	4	5

DASH DISABILITY/SYMPTOM SCORE = $\frac{[(\text{sum of } n \text{ responses}) - 1] \times 25}{n}$, where n is equal to the number of completed responses.

A DASH score may not be calculated if there are greater than 3 missing items.

vervolgd

WORK MODULE (OPTIONAL)

The following questions ask about the impact of your arm, shoulder or hand problem on your ability to work (including home-making if that is your main work role).

Please indicate what your job/work is: _____

I do not work. (You may skip this section.)

Please circle the number that best describes your physical ability in the past week. Did you have any difficulty:

	NO DIFFICULTY	MILD DIFFICULTY	MODERATE DIFFICULTY	SEVERE DIFFICULTY	UNABLE
1. using your usual technique for your work?	1	2	3	4	5
2. doing your usual work because of arm, shoulder or hand pain?	1	2	3	4	5
3. doing your work as well as you would like?	1	2	3	4	5
4. spending your usual amount of time doing your work?	1	2	3	4	5

SPORTS/PERFORMING ARTS MODULE (OPTIONAL)

The following questions relate to the impact of your arm, shoulder or hand problem on playing your musical instrument or sport or both. If you play more than one sport or instrument (or play both), please answer with respect to that activity which is most important to you.

Please indicate the sport or instrument which is most important to you: _____

I do not play a sport or an instrument. (You may skip this section.)

Please circle the number that best describes your physical ability in the past week. Did you have any difficulty:

	NO DIFFICULTY	MILD DIFFICULTY	MODERATE DIFFICULTY	SEVERE DIFFICULTY	UNABLE
1. using your usual technique for playing your instrument or sport?	1	2	3	4	5
2. playing your musical instrument or sport because of arm, shoulder or hand pain?	1	2	3	4	5
3. playing your musical instrument or sport as well as you would like?	1	2	3	4	5
4. spending your usual amount of time practising or playing your instrument or sport?	1	2	3	4	5

SCORING THE OPTIONAL MODULES: Add up assigned values for each response; divide by 4 (number of items); subtract 1; multiply by 25.

An optional module score may not be calculated if there are any missing items.

*The DASH outcome measure Toronto: Institute for Work & Health; 2006 [updated 23 february 2016.
Available from: <http://dash.iwh.on.ca/>.*

Bijlage 4: Levels of evidence voor prognostische studies

Level	Type of evidence
I	High quality prospective cohort study with adequate power or systematic review of these studies
II	Lesser quality prospective cohort, retrospective cohort study, untreated controls from an RCT, or systematic review of these studies
III	Case-control study or systematic review of these studies
IV	Case series
V	Expert opinion; case report or clinical example; or evidence based on physiology, bench research or “first principles”

Burns PB, Rohrich RJ, Chung KC. The levels of evidence and their role in evidence-based medicine. Plast Reconstr Surg. 2011;128(1):305-10.